HAL
open science

Etude de la corrélation entre l'organisation des patterns respiratoires et la production de la parole chez les enfants porteurs de fentes labio-palatines

Delphine Charuau

To cite this version:

Delphine Charuau. Etude de la corrélation entre l'organisation des patterns respiratoires et la production de la parole chez les enfants porteurs de fentes labio-palatines. Linguistique. Université de Strasbourg, 2022. Français. NNT : 2022STRAC027 . tel-04144577

HAL Id: tel-04144577

https://theses.hal.science/tel-04144577

Submitted on 28 Jun 2023

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

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

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

ÉCOLE DOCTORALE DES HUMANITÉS

Unité de recherche 1339 Linguistique, Langues, Parole LiLPa

THÈSE présentée par :

Delphine CHARUAU

soutenue le : 13 décembre **2022**

pour obtenir le grade de : **Docteur de l'université de Strasbourg**

Discipline/ Spécialité : Sciences du langage : Phonétique

Étude de la corrélation entre l'organisation des patterns respiratoires et la production de la parole chez les enfants porteurs de fentes labio-palatines

THÈSE dirigée par :

Madame VAXELAIRE Béatrice	Professeur, Université de Strasbourg

RAPPORTEURS :

Madame CREVIER-BUCHMAN Lise	Chargée de Recherche au CNRS, Sorbonne Nouvelle Paris 3
Monsieur HARMEGNIES Bernard	Professeur émérite, Université de Mons, Belgique

---

AUTRES MEMBRES DU JURY :

Madame FREDOUILLE Corinne	Professeur, Avignon Université
Monsieur SOCK Rudolph	Professeur, Université de Strasbourg

Remerciements

Par ces mots, je souhaite remercier toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce travail.

Pour commencer, je tiens à remercier vivement ma directrice de thèse, Madame le Professeur Béatrice Vaxelaire, grâce à qui ce travail a pu être mené à bien. Je la remercie d'avoir accepté d'encadrer mes recherches dès le master, ainsi que pour la confiance qu'elle m'a accordée. Ses encouragements et ses bons conseils ont guidé mes premiers pas en tant que jeune chercheuse. Je suis aujourd'hui ravie du parcours accompli à ses côtés.

Je remercie également Monsieur le Professeur Rudolph Sock, pour sa gentillesse et sa bonne humeur. Je le remercie pour sa présence et son soutien jusqu'à l'écriture des dernières lignes de ce travail. Il a toujours été soucieux de l'état de mon moral. Par ailleurs, nos échanges scientifiques, à l'Institut de Phonétique, ont été une source d'inspiration.

Je remercie chaleureusement les membres de mon jury, qui me font l'honneur de prendre part à ce jury et ont accepté d'évaluer cette thèse. Je remercie mes rapporteurs, Madame Lise Crevier-Buchman et Monsieur le Professeur Bernard Harmegnies, pour leur lecture attentive, ainsi que Madame la Professeure Corinne Fredouille.

Mes remerciements vont une nouvelle fois à Madame Lise Crevier-Buchman, ainsi qu'à Madame Marion Bechet, qui ont accepté de prendre de leur temps pour suivre l'évolution de mon travail lors des comités de suivi de thèse. Leurs conseils et leurs remarques avisées ont contribué au bon déroulement de cette recherche.

Je remercie tous les membres de l'équipe du service de chirurgie infantile du centre hospitalier de Hautepierre pour leur accueil chaleureux. Malgré les circonstances particulières, j'ai été ravie de pouvoir travailler avec leur collaboration. Je remercie particulièrement Monsieur Bruno Grollemund pour l'intérêt porté à ce travail, et pour la confiance qu'il m'a accordée pour nos enregistrements. Mes remerciements vont également à Madame Christine Neumeister dont les conseils et les explications m'ont permis d'avoir un autre regard sur le questionnement lié aux fentes palatines.

Je remercie Madame Rita Seyer, directrice de l'école de Sarraltroff, grâce à qui il a été possible d'enregistrer les locuteurs de contrôle. Je remercie également l'ensemble de l'équipe pédagogique pour son accueil plus que chaleureux.

Mes remerciements vont également à tous les participants de cette étude, ainsi qu'à leurs parents. Il convient de souligner la bonne volonté et le dynamisme que chacun de ces enfants a manifesté, et cela malgré les contraintes imposées par un contexte sanitaire si particulier. Je leur en suis extrêmement reconnaissante.

Je remercie mes fantastiques relecteurs, à commencer par ma maman, Alexia, Camille, Igor, Julie et Seto. Je les remercie pour le temps consacré à la traque de coquilles. Je remercie également Fabrice pour les relectures de dernière minute. Ses mots d'encouragement ont été d'un grand réconfort durant les derniers moments de cette thèse. Tous ont fait un travail remarquable, toute erreur persistante n'est imputable qu'à moi-même.

Je remercie tous les membres de l'Institut de Phonétique, qu'ils soient encore présents ou qu'ils soient partis vers d'autres horizons : Hasna, Xuelu, Tomoki, Ming, Rémi. Je remercie également Jinwoo qui n'a pas hésité à m'apporter son aide pour répondre à quelques questions statistiques. J'ai une pensée particulière pour Seto Yibokou. Dès mon entrée en master, il m'a prise sous son aile. Il a été présent tout au long de mon parcours doctoral, dans les bons comme dans les mauvais moments. Nos longues discussions, nos parties de ping-pong improvisées ont donné un caractère exceptionnel à ces années passées au sein de l'Institut de Phonétique.

Je remercie les joyeux occupants de la Villa Brunner, l'équipe LiLPa Vosges : Bruno, Igor, Katia, Pablo, Paul, Salomé, Thalassio. La bienveillance, la solidarité et la convivialité instaurées ont contribué à la mise en place d'une fantastique ambiance de travail durant ces années de thèse. J'adresse des remerciements particuliers à mes chères amies Chang, Cindy, Emmanuelle, Erin, Ioana, Jihyang et Seo. Les liens d'amitié qui ont été tissés ont été extrêmement importants et ont contribué à adoucir les moments les plus difficiles de la vie doctorale. Je suis ravie d'avoir partagé ces moments avec vous. J'ai une pensée particulière pour Alexia et Peiru, avec qui j'ai partagé l'expérience de la fin de thèse. Leur soutien a également été important, et je les en remercie.

Je remercie ma chère amie Charline. Sa bienveillance et son dynamisme m'accompagnent depuis mes premières années de Licence. Bien que nos chemins se soient éloignés, je peux toujours compter sur son amitié et son soutien. Présente lors des répétitions pour des auditions pour l'obtention d'un contrat doctoral, à la sortie des auditions, et tout au long de ma thèse, même à distance, elle a été aux premières loges pour suivre les moments forts, et moins forts, de cette expérience.

Je remercie Camille qui, elle aussi, a toujours été très présente. Son dynamisme et sa bonne humeur m'ont encouragée à me dépasser. Elle a également toujours su trouver les bons mots pour me motiver lorsque cela était nécessaire.

Mes remerciements vont également à Marie, Yannick, Noémie, Robin et Shane pour leur présence à mes côtés et l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail.

Je remercie également Arthur, Céline, Canelle et Paulo. Bien que nos rencontres furent tardives, leur soutien et leur bienveillance ont été très précieux. Les moments passés ensemble ont été de bons instants de déconnexion et de ressourcement. J'adresse une mention spéciale à Paulo, pour les merveilleux débats scientifiques menés après dégustation des meilleurs Blue Lagon.

Je remercie ma famille pour sa présence et son soutien. Je tiens à remercier ma grand-mère Christiane, pour son écoute, pour toutes les bonnes ondes envoyées, ainsi que pour tous ses mots d'encouragement. Je remercie tout particulièrement mes parents. Ils m'ont témoigné leur soutien dans tous mes projets. Je suis reconnaissante de tout ce qu'ils m'ont apporté, et de la confiance qu'ils n'ont cessé de m'accorder. Je remercie également ma petite sœur Carine, toujours présente à mes côtés, dans les bons comme les mauvais moments.

J'adresse des remerciements particuliers à Arnaud. Bien qu'il ait pris le train en cours de route, il m'a témoigné un soutien sans faille, n'hésitant jamais à prendre de son temps, que ce soit pour m'initier aux subtilités de Matlab, pour faire de la relecture ou pour écouter mes nombreux questionnements. Sa bienveillance et son optimisme sans limite ont été une source de motivation précieuse, mais aussi source de réconfort lorsque je lâchais prise. Je lui témoigne tout mon amour.

Table des matières

Remerciements 3

Table des matières 6

Introduction 9

Organisation de la thèse 13

Première partie Revue de la littérature 16

Chapitre I. Théories en production-perception de la parole : étude de la variabilité 17

1. Théorie de la Variabilité Adaptative : Hypo & Hyper Speech Theory (Lindblom, 1990) 17

2. Théorie de la Viabilité en production –perception de la parole 19

3. Transposition de la théorie de la Viabilité à la parole de l'enfant : rendre compte de la variabilité de leur production 23

Chapitre II. La respiration en parole 25

1. Contrôle des patterns respiratoires en parole 25

2. L'organisation spatio-temporelle de la respiration en parole et agencement avec le discours. 29

2.1 Les pauses dans le discours : définitions et nomenclatures 29

2.2 Les patterns inspiratoires au sein des pauses : étude de la correspondance entre les évènements respiratoires et les phases du signal acoustique de parole 35

2.3 Contribution de la respiration à la structuration des énoncés : le lien entre la respiration et la linguistique 38

2.4 Le contrôle de l'inspiration en parole : mécanisme d'anticipation dans le discours ? 41

3. Spécificités de la respiration chez l'enfant 44

Chapitre III. Étude des stratégies compensatoires en contexte de parole et de respiration perturbées 48

1. Perturbations de la respiration (et) en parole : identification de quelques stratégies compensatoires 48

1.1 Perturbation respiratoire : la parole avant et après effort 49

1.2 Perturbation de l'organisation spatio-temporelle de la parole et réajustements respiratoires : le cas de la variation de la vitesse d'élocution 52

1.3 Perturbations de la respiration et de la parole conséquentes à la maladie de Parkinson 54

2. Respiration et parole dans le cas des fentes labio-palatines 57

2.1 Fentes labio-palatines : définitions et description des troubles associés 57
2.2 Gestion de la pression intraorale chez les locuteurs porteurs de fentes palatines 62
Deuxième partie Méthodologie 70
Chapitre IV. Protocole expérimental 71
1. Conditions d'enregistrement 71
2. Locuteurs 73
2.1 Locuteurs de contrôle 74
2.2 Locuteurs porteurs de fente palatine 74
3. Corpus 76
3.1 Phrases porteuses et séquences de type VCV et VCCV 77
3.2 Production de voyelles tenues 80
3.3 Lecture 80
3.4 Parole semi-spontanée 80
4. Recueil de données 81
4.1 Matériel 81
4.2 Calibration des ceintures respiratoires 82
4.3 Adaptation du protocole à la Covid-19 84
5. Traitement des données 84
5.1 Données respiratoires et acoustiques synchronisées 84
5.2 Analyse acoustique complémentaire 85
5.3 Procédés de mesures respiratoires 86
Troisième partie Résultats 88
Chapitre V. Expérience 1. Respiration et évènements consonantiques 89
1. Méthodologie 91
1.1 Locuteurs retenus 91
1.2 Corpus 92
1.3 Annotation et segmentation du signal acoustique 93
1.4 Mesures 99
1.5 Analyse statistique 101
2. Résultats 102

2.1 Étude des cycles consonantiques 103
2.2 Étude de l'expiration durant le groupe de souffle 124
2.3 Analyse de l'amplitude inspiratoire 132
3. Bilan provisoire 138
Chapitre VI. Expérience 2. Respiration et discours 147
1. Méthodologie 149
1.1 Corpus et locuteurs 149
1.2 Traitement des données 151
1.3 Étiquetage syntaxique des pauses 155
1.4 Mesures 157
1.5 Analyses statistiques 160
2. Résultats 161
2.1 Étude de la respiration : l'inspiration 161
2.2 Étude de la respiration : l'expiration phonatoire 178
2.3 Étude des pauses 193
2.4 Contrôle des variables temporelles de la parole 205
2.5 Analyse chez les locuteurs porteurs de fente palatine : comparaison selon le type de fente et selon la compétence vélo-pharyngée 211
3. Bilan provisoire 222
Quatrième partie Synthèse générale et discussion 231
Chapitre VII. Synthèse générale et discussion 232
Conclusion 244
Limites et perspectives 247
Liste des tableaux 267
Liste des figures 270
Liste des annexes 276
Résumé 308
Résumé en anglais 308

Introduction

Notre recherche porte sur l'organisation spatio-temporelle des patterns respiratoires en parole chez les enfants, et plus spécifiquement chez les enfants porteurs de fente palatine. Inscrite dans le domaine de la phonétique générale et expérimentale, et plus particulièrement dans le champ de la phonétique clinique, cette étude vise à examiner les mécanismes respiratoires chez les enfants et à tester la « résistivité » de ces patterns, face aux perturbations respiratoires et d'élocution conséquentes aux malformations palatines.

Le travail que nous présentons est réalisé avec la collaboration du service de chirurgie infantile du centre hospitalier de Hautepierre et avec l'école primaire de Sarraltroff (Lorraine). Ces partenariats ont permis l'enregistrement de locuteurs témoins, en vue de réaliser une base de données comparatives, et des enfants porteurs de fente palatine. Le service de chirurgie infantile est spécialisé dans le suivi et le traitement des malformations palatines. Une équipe pluridisciplinaire assure un suivi complet et régulier des patients atteints de cette pathologie, de la naissance jusqu'à environ 18 ans.

La présente étude porte un intérêt aux problématiques liées à la respiration en parole chez les enfants, ainsi qu'à l'interaction entre la respiration et les malformations palatines.

L'organisation des patterns respiratoires tient un rôle primordial dans la production de la parole. En effet, elle fournit la source d'énergie nécessaire à l'émergence des sons. Elle contribue également à la structuration linguistique des énoncés, en regroupant les mots au sein des groupes de souffle, selon les rapports cohérents que ces groupes de souffle entretiennent entre eux. En conséquence, la perturbation des mécanismes respiratoires pourrait altérer la structure linguistique des énoncés et du discours, comme cela a été observé par exemple auprès de patients atteints de la maladie de Parkinson.

Pour cette recherche, nous nous sommes intéressée aux enfants porteurs de fentes palatines et labio-palatines. Les fentes palatines sont des malformations de la face figurant parmi les malformations congénitales les plus fréquentes : elles concernent environ 1 naissance sur 1000 en Europe (Centre de référence Fentes et malformations faciales, 2021). En France, la prévalence est estimée à 2,1 pour 1000 naissances (Doray et *al.*, 2012). Les fentes résultent d'un défaut de fusion entre les bourgeons constitutifs du palais, intervenant entre la 7ème et la 12ème semaine du

développement embryonnaire. L'étendue du défaut de fusion est variable, pouvant affecter seulement une partie du palais ou sa totalité. La division palatine peut aussi être associée à une absence de fusion entre le bourgeon nasal interne et le bourgeon maxillaire, empêchant la formation complète de la lèvre supérieure. Dans ce cas-là, il s'agit de fentes labio-palatines. Bien que ces divisions soient traitées chirurgicalement, les malformations ont des conséquences importantes sur l'alimentation, la dentition, le développement du langage, et dans certains cas, sur la respiration et l'audition. Compte tenu de l'importance des séquelles, ces pathologies nécessitent une prise en charge pluridisciplinaire (Hohlfeld, 1991).

Les troubles de la parole engendrés par les fentes palatines et labio-palatines ont suscité un grand intérêt de la part de la communauté scientifique. De nombreuses études ont été réalisées sur les troubles de la parole dans le cas des fentes palatines, mettant au jour les conséquences de ces malformations sur la parole, mais aussi les stratégies compensatoires mises en place par ces locuteurs afin de pallier les déficits supra-glottiques (Borel-Maisonny, 1975 ; Trost, 1981 ; Gibbon & Crampin, 2001, 2002 ; Bechet et *al.*, 2012). Un intérêt a également été porté aux conséquences des insuffisances vélo-pharyngées, se caractérisant par un défaut de fermeture du port vélo-pharyngé sur l'articulation des sons (Hardin-Jones & Jones, 2005), mais aussi sur la gestion de la pression intraorale, nécessaire à l'émergence des consonnes (Warren, et *al.* 1989 ; Dalston et *al.*, 1990). Certains travaux ont révélé l'existence de réajustements déployés au niveau respiratoire afin de pallier la perte de pression intraorale (Laine et *al.*, 1989 ; Warren et *al.*, 1992). Néanmoins, ces observations sont limitées à la production d'un mot. À notre connaissance, aucune étude n'a été réalisée à ce jour permettant de vérifier le déploiement de ces patterns en condition de discours.

De manière générale, la problématique de l'étude de la respiration chez les enfants reste encore peu explorée. Si des travaux ont été menés sur le sujet, ils sont encore peu nombreux comparativement à ceux réalisés auprès d'adultes. Par ailleurs, ces études sont essentiellement consacrées à la gestion des volumes pulmonaires et des flux aérodynamiques durant la phonation, et au développement des patterns respiratoires durant l'enfance. L'analyse de l'interaction entre la respiration et l'organisation spatio-temporelle de la parole, en lien avec le niveau linguistique, reste encore à développer chez les enfants.

À partir de ces éléments, nous posons que les locuteurs porteurs de fente palatine, et plus particulièrement ceux dont la fonction vélo-pharyngée est défaillante, déploieraient des mécanismes respiratoires compensatoires au niveau des mouvements thoraciques et abdominaux. Ces réajustements consisteraient en une augmentation des volumes d'air mobilisés durant la phonation, en comparaison avec les locuteurs témoins, et en une réorganisation spatio-temporelle des mouvements respiratoires. Compte tenu de la relation étroite qui existe entre la respiration et le niveau linguistique, ces réajustements pourraient avoir des conséquences significatives sur l'organisation temporelle de la parole.

Afin de trouver réponse à ces hypothèses, nous comparerons les productions de locuteurs porteurs de fente palatine à celles de locuteurs témoins, dans des contextes de production de phrases porteuses contenant une séquence VCV cible, de lecture de textes et de parole semi-spontanée. Les mouvements respiratoires seront recueillis à l'aide de ceintures électromagnétiques, disposées sur le thorax et l'abdomen.

Les résultats seront présentés dans le domaine acoustique et respiratoire.

L'objectif principal de ce travail est double. Il s'agit, dans un premier temps, d'examiner les stratégies compensatoires mises en place par les locuteurs porteurs de fente palatine, au niveau thoraco-abdominal, pour pallier les déficits supra-glottiques. Dans un second temps, l'analyse porte sur la manière dont les stratégies compensatoires déployées par ces locuteurs interagissent avec la structure linguistique des énoncés, en parole lue et semi-spontanée, afin d'évaluer la robustesse de cette interaction, face aux perturbations engendrées par les malformations palatines.

Organisation de la thèse

Notre étude est organisée en quatre parties.

La première partie est consacrée à l'état de l'art.

Le premier chapitre (Chapitre I) présente différentes théories en parole, qui tentent de rendre compte de la variabilité inhérente à toute production phonatoire.

Le deuxième chapitre porte sur le fonctionnement de la respiration en parole, ainsi que sur la manière dont elle entre en interaction avec la structure linguistique des énoncés.

Pour clore cette partie, un troisième chapitre (chapitre III) est dédié aux perturbations en parole. Il présente les différentes stratégies compensatoires observées dans le cadre de perturbations de la respiration et/ou de la parole. C'est aussi dans ce chapitre que nous présentons les troubles de la parole, associés aux malformations palatines, et les principaux réajustements mis en œuvre par ces locuteurs, en vue de compenser le déficit supra-glottique.

La deuxième partie est dédiée à la méthodologie mise en place dans le cadre de cette recherche.

Le chapitre IV rend compte des participants à notre étude, du corpus utilisé, du système de recueil des données, ainsi que du traitement de ces données.

La troisième partie expose les résultats de l'étude.

Au cours du chapitre V, nous présenterons les résultats de la première expérience menée à partir de phrases porteuses. Il s'agit, dans le cadre de cette expérience, d'observer les patterns respiratoires en relation avec la production de cycles consonantiques, ainsi que les réajustements mis en place par les locuteurs porteurs de fente palatine au niveau thoraco-abdominal.

Les résultats de la seconde expérience sont présentés dans le chapitre VI. Elle est consacrée à l'étude des patterns respiratoires, ainsi qu'aux stratégies compensatoires mises en place par les enfants atteints d'une division palatine, en interaction avec la structure linguistique des énoncés en parole lue et semi-spontanée.

Chacun de ces chapitres comprend une section consacrée à la méthodologie spécifique mise en place pour l'expérience, une autre section consacrée à la présentation des résultats et un bilan provisoire.

Une quatrième et dernière partie constitue la synthèse générale de notre étude. Elle confronte les hypothèses de départ aux résultats obtenus, et discute les principaux enseignements à tirer de notre travail.

Première partie

Revue de la littérature

Chapitre I. Théories en production-perception de la parole : étude de la variabilité

L'étude de la variabilité en parole a suscité bon nombre d'interrogations dans le domaine de la parole. Au cours du siècle dernier, des théories ont été élaborées autour de la recherche d'invariants permettant à l'auditeur de saisir un code, à partir d'unités physiques variables (Meunier, 2005). Les tentatives ont conduit les chercheurs à aborder la question de la variabilité d'un autre point de vue. Lindblom (1990) propose un modèle alternatif à la recherche d'invariants. Pour lui, il ne s'agirait plus de chercher des invariants dans le substrat physique de la parole, mais plutôt de tenter d'expliquer la variabilité et la manière dont elle est traitée par le système perceptif sous forme de négociation entre locuteur et auditeur. Ce chapitre a pour vocation de présenter les principales théories qui constituent le cadre conceptuel général de notre recherche.

1. Théorie de la Variabilité Adaptative : Hypo & Hyper Speech Theory (Lindblom, 1990)

La théorie de la Variabilité adaptative (Lindblom, 1990) repose sur le principe d'une interaction constante de la part des locuteurs et des auditeurs. Les deux protagonistes ont la capacité de s'adapter l'un à l'autre, mais aussi à la situation de communication.

Selon ce modèle, l'intention de communication est contrainte par

(1) le besoin d'intelligibilité de la part de l'auditeur ;

(2) le principe d'économie articulatoire du locuteur.

Le locuteur et l'auditeur sont en négociation constante, de façon à répondre à ces deux exigences. Cette négociation serait responsable de la variabilité observée en parole. La figure 1 illustre le principe de ce modèle.

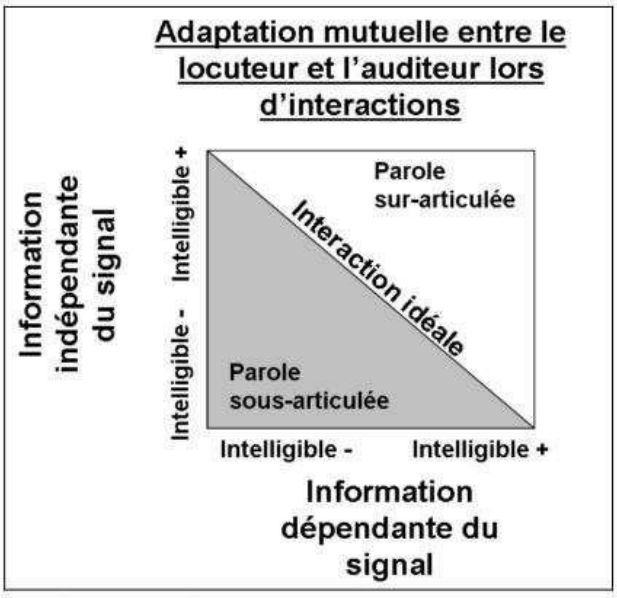

Figure 1. Représentation des domaines de l'hypo et hyper speech, en fonction des informations contextuelles et des informations du signal de parole, selon la Théorie de la Variabilité Adaptative (adaptée de Lindblom, 1987, par Bechet, 2011)

La ligne diagonale représente la situation de communication idéale. Elle résulte d'une négociation parfaite entre le besoin de compréhension, exprimé par l'auditeur, et le principe d'économie articulatoire de la part du locuteur. L'*hypo* et l'*hyper* représente les cas de sous et sur-articulation de la parole.

L'*hypo* repose sur le principe d'économie, du moment que la situation le permet. En effet, l'articulation peut être moins contrainte, du moment que cela ne nuit pas à la compréhension du message. Ainsi, il revient au locuteur de veiller à ce qu'économie articulatoire n'altère pas l'intelligibilité du message. L'*hyper* correspond à la sur-articulation. Lorsque la situation l'exige, le locuteur peut fournir un effort articulatoire, en vue de garantir l'intelligibilité du message pour l'auditeur. L'*hyper* est mis en place en accord avec l'auditeur et avec la situation de communication.

Ce modèle est tourné vers l'auditeur. Il tient également compte des effets de facteurs externes sur la négociation entre l'auditeur et le locuteur. En effet, les stratégies de négociation ne seront pas les mêmes dans un environnement calme que dans un endroit bruyant.

Cette théorie écarte aussi l'existence d'invariant physique ou acoustique. En effet, selon Linbdlom (1990), l'invariant ne se trouve pas dans l'entité physique ou acoustique, mais dans le message linguistique.

La respiration en parole fait également l'objet d'une négociation entre le locuteur et l'auditeur. En effet, comme nous le verrons tout au long de ce chapitre, la respiration, en plus de fournir la source d'énergie nécessaire à la phonation, contribue à la structuration des énoncés. En conséquence, toute perturbation respiratoire peut nuire d'une part, à la qualité du son produit et, d'autre part, au sens des énoncés.

Certaines pathologies portent atteinte aux capacités respiratoires. Dans ce cas-là, le locuteur, contraint par les limites physiologiques, réduit les volumes pulmonaires mobilisés : nous sommes dans l'*hypo*. D'autres situations nécessitent un renforcement des volumes respiratoires, grâce à l'augmentation des mouvements de la cage thoracique et de l'abdomen : il s'agit là de l'*hyper-production*.

2. Théorie de la Viabilité en production –perception de la parole

La théorie de la Viabilité est une théorie mathématique, développée par Aubin (1991) et rentabilisée dans le domaine de la production-perception de la parole (Sock, 1998 ; Sock & Vaxelaire, 2004). Selon ces derniers, l'émergence des sons de la parole ne serait pas conditionnée par un processus prédéterminé et prescrit, mais plutôt par un ensemble de conditions de viabilité pour les entités linguistiques produites et perçues, à savoir des stratégies menant à la réalisation d'une « cible » perceptuo-motrice.

Empruntée aux mathématiques, la viabilité est un concept permettant de rendre compte de l'évolution de systèmes dynamiques présents dans divers domaines tels que la biologie, l'agronomie, les sciences économiques, environnementales ou encore les sciences cognitives. Selon cette approche, toute stratégie permettant d'atteindre une « cible », sans dépasser les limites au-delà desquelles le système perdrait ses propriétés essentielles, s'inscrit dans la zone de viabilité. De ce fait, toute trajectoire permettant la survie du système est considérée comme viable.

Transposée au domaine de la production-perception de la parole (Sock, 1998), la zone de viabilité comprendrait toute stratégie articulatoire dite viable permettant d'atteindre l'objet acoustique envisagé, sans perdre les caractéristiques principales distinctives de la cible. Cette approche théorique propose de concevoir la perception des systèmes dynamiques en passant d'une logique prescriptive à une logique proscriptive. Ainsi, il ne s'agirait plus de raisonner selon le principe que « tout ce qui n'est pas permis est interdit, mais plutôt que tout ce qui n'est pas interdit est permis » (Sock, 1998 : 166). En d'autres termes, l'émergence des sons de la parole ne résulterait pas d'une seule et unique stratégie, considérée comme « la stratégie optimale », mais d'un ensemble de possibilités, régulées par des contraintes de viabilité au-delà ou en deçà desquelles le maintien des oppositions phonologiques ne serait plus opérationnel. L'objectif principal du locuteur serait d'adopter une trajectoire articulatoire viable, contribuant à la survie et au maintien perceptif des oppositions phonologiques.

Soulignons que les trajectoires et configurations articulatori-acoustiques viables (cinématiques, aérodynamiques…) sont contraintes par des exigences perceptives de « clarté » de l'auditeur/observateur, grâce au couplage étroit qui existe entre le système de production et de perception de la parole. Corolairement, les comportements perceptifs viables (auditif et visuel) sont liés aux possibilités articulatoires du locuteur, comme semblent le montrer les résultats de (Sock & Vaxelaire, 2004).

La viabilité (en parole) est associée à la notion de perturbation. En effet, les perturbations du système de production-perception de la parole permettent de tester la robustesse de ce système. Deux comportements sont alors possibles : d'une part, les oppositions résistent aux perturbations, d'autre part, le système de production-perception adopte des stratégies de réajustements en modifiant les interactions entre ces composantes. Ainsi, la viabilité des oppositions phonologiques dépend de leur résistance aux perturbations du système de production-perception de la parole, ou de leur capacité à se réajuster.

Les perturbations du système de production-perception de la parole peuvent émerger de deux sources différentes (Vaxelaire & Sock, 1996 ; Vaxelaire, 2007 b). D'une part, la perturbation peut

être de nature environnementale ou externe. De ce fait, elle est indépendante du système lui-même. Il s'agit, par exemple, d'un environnement bruité, qui nécessite une réadaptation de la part du locuteur sur sa production phonatoire, de façon à transmettre de manière intelligible le message linguistique à l'interlocuteur. D'autre part, la perturbation peut être d'origine interne, se caractérisant par l'atteinte du système lui-même. Dans le contexte d'une perturbation interne, les modifications structurelles opérées peuvent résulter d'un changement naturel, tel que la variation de la vitesse d'élocution, ou de contraintes liées à une pathologie.

Notons que perturbations d'origines externe ou interne coexistent souvent (par ex. l'augmentation de la vitesse d'élocution chez le patient porteur d'une fente palatine), entretenant des spécifications mutuelles.

Quelle que soit l'origine de la perturbation, celle-ci nécessite la mise en place de stratégies compensatoires de façon à préserver les oppositions phonologiques et l'intelligibilité du message linguistique. Les réajustements observés sont rendus possibles par la plasticité du système de production-perception de la parole, accordant une certaine flexibilité dans l'organisation structurelle entre les composantes du système, sans pour autant modifier son organisation fonctionnelle générale.

Les stratégies compensatoires mobilisées s'adaptent à la nature et à la sévérité de la perturbation. Elles peuvent être décrites comme étant conservatrices ou innovatrices (Vaxelaire, 1996 ; 2007 b ; rapporté par Bechet, 2011 : 51).

Les stratégies dites conservatrices résultent de la modification des interactions entre les composantes du système de production-perception de la parole. Les changements résultant des perturbations interviennent sur les trajectoires et les formes articulatoires de la « cible », mais pas sur les caractéristiques « distinctives » les menant à l'opposition phonologique. La variation de la vitesse d'élocution est un exemple typique de ce type de stratégies. En effet, l'accélération de la vitesse d'élocution consiste en une modification du timing articulatoire si tant est que cette modification n'interfère pas avec le maintien des oppositions phonologiques. De ce fait, les gestes

articulatoires sont compressés par l'augmentation de la vitesse d'élocution, mais les composantes essentielles sous-jacentes aux oppositions phonologiques, telles que la quantité vocalique (Sock, 1998), ou l'opposition de nasalité (Vaxelaire, 2007 a), sont conservées.

Nous verrons plus tard que les réajustements respiratoires, observés dans la littérature, relèveraient de stratégies conservatrices (*cf.* Chapitre III, section I.1). Les stratégies employées face aux perturbations consistent essentiellement en une réorganisation spatiotemporelle des patterns inspiratoires et expiratoires, ainsi qu'en un réajustement des volumes pulmonaires mobilisés, selon la sévérité de la perturbation.

Les stratégies innovatrices sont conséquentes à une réorganisation notoire des composantes du système de production-perception de la parole. Les composantes adaptent leur fonctionnement aux effets de la perturbation, réajustent leurs interactions, modifiant de ce fait les trajectoires et formes initiales, de façon à produire correctement une opposition phonologique. D'après Bechet (2011), les réajustements articulatoires mis en place par les locuteurs porteurs de fente palatine s'inscrivent parmi ces stratégies.

Bien que le système de production-perception bénéficie d'une grande flexibilité, il est contraint par des limites (physiologiques inhérentes au système, ou liées à une pathologie) au-delà desquelles les réajustements ne sont pas suffisants pour produire la stabilité nécessaire à l'émergence des entités phonologiques. Ces trajectoires dites non viables peuvent conduire à la dégradation fonctionnelle du système.

L'altération du système peut nuire à la qualité d'une opposition phonologique et, par conséquent, au sens du message linguistique. La résistance des oppositions phonologiques, couplée aux trajectoires articulatori-acoustiques mises en place, contribuent à la viabilité de la parole. Par ailleurs, la robustesse de ces patterns, ainsi que les stratégies de réajustement, permettent d'explorer le fonctionnement du système de production-perception de la parole et d'en connaître ses limites.

Comme le souligne Bechet (2011 : 52), les locuteurs porteurs de fente « négocient entre perturbation et résistance afin de conserver leurs productions à l'intérieure des zones dites viables ».

De telles négociations pourraient être observées au niveau respiratoire. En effet, il est attendu que les locuteurs porteurs de fente mobilisent une plus grande partie de leur contribution respiratoire afin de pallier les difficultés à produire et stabiliser la pression intraorale, au niveau minimal requis pour l'articulation de certains sons. Toutefois, l'effort respiratoire pouvant avoir une incidence sur la qualité de la voix, il se peut que les gestes thoraco-abdominaux soient restreints, de manière à amoindrir les bruits surajoutés à la parole dus aux malformations palatines, et au déficit fonctionnel du voile du palais, et ce, parfois au détriment de la pression intraorale, pourtant nécessaire à l'émergence des sons.

3. Transposition de la théorie de la Viabilité à la parole de l'enfant : rendre compte de la variabilité de leur production

La question de la variabilité chez l'enfant a fait l'objet de nombreux débats. Il est communément admis que la parole des enfants est plus variable à différents niveaux (articulatoires, respiratoires, acoustiques, etc.) que celle des adultes. Si des études apportent des preuves du contraire (Kent & Forner, 1980 ; Crystal & House, 1988 ; Lee et *al.*, 1999 ; Stathopoulos, 1986 ; Stathopoulos, 1995), cette vision persiste tout de même dans la littérature. Partant de ce constat, et selon son étude menée sur le sujet, Smith (1992) envisage la variabilité comme le reflet de l'état de maturation du contrôle neuro-moteur de la parole. Ainsi, il serait possible de déterminer le niveau de maturité à partir de la variabilité des productions.

Un point de vue avec lequel Stathopoulos (1995) est en désaccord. Selon elle, la parole des enfants n'est pas aussi variable qu'annoncé. Dans son étude, l'autrice indique que si la variabilité était un indicateur fiable de la maturation, les enfants atteindraient des patterns stables similaires à ceux d'adultes à partir de 6 ans, compte tenu de ces données. Selon elle, une telle conclusion ne peut être tirée. Elle en déduit donc que la variabilité n'est pas un indicateur fiable de la maturation du contrôle neuromoteur : « the untenability of this conclusion is obvious from intuitive observations of children's immature motor control : they can't play basketball as well, they can't write as neatly, and they make more articulatory errors than adults. A more reasonable interpretation would be that measures of variability are not a reliable indicator of motor speech maturity, and by inference, not a reliable indicator of neuromuscular maturity » (Stathopoulos, 1995 : 77). Par ailleurs, les enfants

peuvent faire preuve d'autant de stabilité que les adultes durant la phonation et l'évolution de la variabilité n'est pas linéaire.

Stathopoulos (1995) appuie sa réflexion avec les travaux de Gollin (1981) et Thelen (1991). Des études ont montré que le développement des systèmes anatomiques notamment au niveau du larynx et de la respiration n'est pas linéaire (Gollin, 1981, rapporté par Stathopoulos, 1995). Selon cet auteur, la plasticité des différents systèmes leur confère la capacité de s'adapter, en modifiant l'interaction entre leurs différentes composantes, selon la croissance. Thelen (1991) rejoint ce point de vue en évoquant lui aussi la capacité des systèmes à se reconfigurer en vue d'atteindre un objectif. Selon lui, le système privilégie une trajectoire, un comportement par rapport à un autre en fonction de ses propres composantes, mais aussi en fonction d'autres facteurs (environnementaux, situationnels, communicationnels, etc.).

Ces approches ont en commun avec la théorie de la Viabilité l'intérêt porté non pas à ce qui est prescrit pour atteindre une « cible », mais à ce qui est possible pour le locuteur. La flexibilité du système de production de la parole et du système respiratoire, et du corps humain en général, permet à l'enfant d'adapter ces stratégies au mieux, en fonction de ses capacités, de façon à produire un message linguistique le plus viable possible. La variabilité observée chez les enfants résulterait donc essentiellement de la diversité des trajectoires qu'ils mobilisent, en fonction de ce qui leur est possible.

S'il est généralement admis que les productions des enfants sont davantage soumises à la variabilité que celles des adultes, Stathopoulos (1995) suggère d'aborder la question autrement. Ainsi, l'objet de recherche ne serait plus de déterminer à partir de quel âge les patterns atteignent leur maturité, mais de réfléchir aux raisons de la variabilité observée, le développement du corps humain n'étant pas linéaire.

Chapitre II. La respiration en parole

Ce chapitre est consacré à la respiration en parole. La fonction première de la respiration est vitale : elle permet l'échange gazeux entre l'air et le sang. Ce processus est nommé *hématose*. La phonation consiste en une activité détournée des patterns respiratoires, de façon à fournir la source d'énergie nécessaire à l'émergence des sons, tout en assurant sa fonction première vitale.

Il s'agira, au cours de ce chapitre, d'examiner le fonctionnement de la respiration en parole, à travers l'analyse du contrôle musculaire de la respiration en parole. Ensuite, nous nous intéresserons à la manière dont les patterns respiratoires entrent en interaction avec le niveau linguistique. Enfin, nous évoquerons les spécificités de la respiration chez les enfants.

1. Contrôle des patterns respiratoires en parole

La respiration est un phénomène cyclique et inconscient, qui consiste en la variation de pression d'air d'un milieu à un autre.

Qu'elle soit calme ou accrue, l'inspiration est un phénomène actif : elle nécessite la mise en activité de différents muscles dont la contraction entraine l'augmentation du volume de la cage thoracique sur différents axes.

Lors de l'inspiration, le diaphragme, en se contractant, s'abaisse d'environ 1,5 cm, refoulant ainsi les viscères abdominaux qui, bloqués par le plancher de l'abdomen, repoussent la paroi abdominale vers l'avant. En raison de ses différents points d'insertion, l'abaissement du diaphragme contribue également à l'élargissement de la cage thoracique sur un axe vertical antéro-postérieur, par l'avancée du sternum et de déplacement de la paroi abdominale, et sur un axe latéral, grâce à l'écartement des six dernières côtes. En raison de son fort potentiel d'aspiration, le diaphragme est le principal muscle inspirateur. Ce dernier peut permettre à lui seul l'ingestion de 80% du volume pulmonaire.

L'ouverture de la cage thoracique résulte également de l'activité des muscles intercostaux externes et moyens. La contraction de ces muscles provoque l'ouverture latérale des côtes.

D'autres muscles peuvent être mobilisés pour pallier la nécessité d'inspirer des volumes pulmonaires importants. Ainsi, en inspiration forcée, les muscles scalènes et sterno-cléoïdien-mastoïdiens peuvent également être mis à contribution. En se contractant, ces muscles vont permettre l'élévation du thorax, augmentant les capacités respiratoires. Enfin, les muscles spinaux peuvent apporter leur contribution en permettant l'élévation et le redressement de la colonne vertébrale.

En raison de l'élargissement de la cage thoracique, et par conséquent du volume pulmonaire, la pression intrapulmonaire est plus faible que celle de l'atmosphère. La différence de pression conséquente à l'augmentation du volume pulmonaire va entrainer un appel d'air afin d'établir à nouveau un équilibre entre les pressions. Ainsi, l'air inhalé par les cavités nasales ou orale est acheminé jusqu'aux poumons, par les voies aériennes.

L'expiration, au repos, ne nécessite pas d'action musculaire : elle est considérée comme passive. Elle résulte du relâchement des forces musculaires, jusqu'à reprendre sa position de repos grâce aux forces élastiques des tissus pulmonaires et thoraciques. La réduction du volume pulmonaire induit une augmentation de la pression pulmonaire, dépassant la pression atmosphérique, ce qui va provoquer l'expulsion de l'air pour établir un équilibre entre les deux pressions.

Les volumes pulmonaires mobilisés lors d'une respiration calme correspondent au volume courant. Il s'agit de la quantité d'air inspiré et expiré sans effort. Le volume courant varie entre 400 et 500 ml. Lors d'une inspiration forcée, on a recours à ce qu'on appelle le *volume inspiratoire de réserve*. Le volume pulmonaire maximal pouvant être expiré lors d'une respiration forcée constitue le *volume expiratoire de réserve*. La *capacité vitale* est la somme de ces trois volumes.

La respiration peut être modifiée volontairement de façon à s'adapter à certaines activités du corps humain, telles qu'une activité physique ou la phonation. La production de la parole nécessite un contrôle précis de la respiration, impliquant une réduction de l'inspiration et la prolongation de l'expiration. Ce contrôle peut être effectué par différents muscles, permettant de ralentir la remontée du diaphragme, dans le cas des muscles abdominaux, et la fermeture de la cage thoracique, dans le cas des intercostaux internes. La prochaine partie est consacrée aux mécanismes de contrôle musculaire mis en place lors de la phonation.

L'adaptation de la respiration à la parole tient en la modification de la paroi thoracique (Hixon et *al.,* 1973). Hixon et *al.* (1973) décrit la paroi thoracique comme un ensemble constitué de la cage thoracique, du diaphragme, de la paroi abdominale ainsi que de la cavité abdominale.

En respiration calme, la paroi abdominale est légèrement en avant de la cage thoracique. En revanche, lors de la phonation, elle est légèrement en arrière de celle-ci (figure 2). Pour Hixon et *al.* (1973), le maintien de l'abdomen par rapport à la cage thoracique confère un soutien supplémentaire à la cage thoracique. En cette posture, l'abdomen offre plus de possibilités quant aux déplacements de la cage thoracique pour contrôler les volumes pulmonaires (Bailey et Hoit, 2002).

Œuvre protégée

Figure 2. Les effets de la paroi thoracique sur le diaphragme et la cage thoracique (d'après Ferrand, 2016)

Le diaphragme joue un rôle essentiel dans la gestion des volumes pulmonaires au cours de la phonation. En se contractant, il permet une inspiration rapide d'un grand volume d'air. À lui seul, il mobilise environ 80 % du volume inspiré. Lors de l'expiration phonatoire, l'abdomen se tient en arrière de la cage thoracique, contrairement à ce qui se passe en respiration calme (Ferrand, 2016). Les muscles constituant la paroi abdominale, en se contractant, vont exercer une pression sur le diaphragme, afin de contrôler sa remontée (Lebrun, 1966 ; Marchal et *al.*, 1986). Néanmoins, le diaphragme ne demeure pas inactif durant cette phase. Ces contractions rapides et ponctuelles permettent d'accentuer les volumes respiratoires mobilisés, lorsque cela est nécessaire à la phonation. La remontée progressive et contrôlée du diaphragme est accompagnée de la fermeture des côtes face à la contraction des muscles intercostaux internes. Une élévation de l'activité des muscles abdominaux peut également être effectuée en guise de soutien au contrôle des volumes pulmonaires, notamment lors de la production d'une voix portée ou criée ou lors de la production de la parole à faible volume (Hoit et *al.*, 1988).

Il convient de relever que la fermeture de la cage thoracique est plus efficace dans la gestion volume pulmonaire, en comparaison avec l'activité abdominale, la cage thoracique couvrant une plus grande surface de l'aire respiratoire (Solomon et Charron, 1998 ; Bailey et Hoit, 2002). Par ailleurs, la dépendance entre l'activité thoracique et celle de l'abdomen semble dépendre de la contrainte respiratoire. En effet, l'étude de Konno et Mead (1966) a mis en lumière un fort degré de dépendance lors de manœuvres d'isovolume, régies par des consignes particulières, tandis qu'une certaine indépendance était observée entre le thorax et l'abdomen lors d'activités respiratoires non contraintes.

Comme nous le verrons tout au long de ce chapitre, les mouvements de la paroi thoracique, et par conséquent, les volumes pulmonaires sont influencés par divers facteurs tels que le contenu phonétique des groupes de souffle, la condition de parole, la structure linguistique, ou encore, la longueur des énoncés.

2. L'organisation spatio-temporelle de la respiration en parole et agencement avec le discours

Comme indiqué précédemment, la respiration adapte son fonctionnement à l'activité de parole de façon à fournir les pressions nécessaires à l'émergence des sons, et à les maintenir à un niveau suffisant tout au long de la phonation, tout en remplissant sa fonction première vitale.

L'organisation spatio-temporelle de la parole est en partie liée à la gestion des mouvements respiratoires. En effet, la respiration contribue à délimiter les unités segmentales en groupes de souffle, séparés les uns des autres par des pauses, selon les rapports logiques que les mots ou groupes de mots entretiennent entre eux. Au-delà des besoins physiologiques, la respiration s'adapte aux demandes linguistiques, contraintes par les règles sous-jacentes de la langue, participant ainsi à l'émergence de la structure et du sens du message linguistique (Henderson et *al.*, 1965 ; Goldman-Eisler, 1972 ; Grosjean & Collins, 1979 ; Winkworth et *al.,* 1994 ; 1995 ; Wang et *al.*, 2010).

Cependant, toute pause démarcative n'est pas dédiée à la respiration, tout comme toute pause n'a pas une vocation syntaxique. Les pauses sont des phénomènes complexes nécessitant une étude transversale pour en saisir toute la complexité.

Cette partie a pour vocation de réfléchir à la place des pauses respiratoires au sein de l'étude des pauses silencieuses, mais aussi d'observer la manière dont la respiration s'adapte à la parole de par son interaction avec le niveau linguistique, mais aussi par des phénomènes d'anticipation.

2.1 Les pauses dans le discours : définitions et nomenclatures

Deux grandes catégories de pauses émergent de la littérature. En effet, il est courant de distinguer les pauses dites silencieuses (Duez, 1997), que l'on retrouve également sous la nomination de pauses vides ou pauses non sonores, des pauses sonores (Zellner, 1994) ou pauses remplies. Les pauses respiratoires sont généralement comprises parmi les pauses silencieuses.

Duez (2003) définit la pause silencieuse comme « la cessation de l'activité verbale qui se traduit au niveau acoustique par une interruption du signal sonore ». La définition proposée de cette catégorie de pause fait consensus dans la littérature. Les pauses silencieuses sont considérées

comme une suspension de l'émission sonore, repérable sur le signal acoustique par une certaine inactivité. L'interruption observée est indépendante de l'éventuel arrêt momentané conséquent à l'articulation d'un phonème, par exemple, la tenue articulatoire d'une consonne occlusive. Il convient toutefois d'indiquer que de récentes études sur la pause remettent en cause la nomination de silencieuse (Belz & Trouvain, 2019) puisque la majorité des pauses étiquetées comme telles ne sont pas complètement silencieuses ; en effet, grand nombre de ces pauses contiennent des phénomènes sonores (coup de glotte, click, rire) dont le plus courant est le bruit d'inspiration. Nous y reviendrons plus tard.

Les pauses remplies font l'objet de nombreux débats quant à leur étiquette, leur contenu ainsi que leur distribution. Dans la littérature, elles peuvent être nommées pauses sonores (Grosjean & Collins, 1979), pauses pleines, disfluences, auto-corrections, etc. Maclay & Osgood (1959) les définissent comme toutes répétitions non significatives ou non communicatives, les faux-départs les pauses remplies correspondant à des fillers tels que « euh », « em » auxquels nous pouvons ajouter « bah », etc. Grosjean & Deschamps (1972) y ajoutent l'allongement syllabique indépendant de tout phénomène d'accentuation. Si elles ont avant tout une vocation cognitive, permettant de sélectionner, préparer l'énoncé à venir et rechercher des termes, elles ont également une fonction stratégique, permettant aux locuteurs de conserver son tour de parole et ainsi, ne pas être interrompu, durant la planification ou recherche lexicale (Duez, 1991). Ces pauses sont associées à des phénomènes d'hésitation (Duez, 2001) et/ou de formulation (Candea, 2000). Il est très courant de voir dans la littérature que les pauses remplies se distinguent des pauses silencieuses de par leur distribution syntaxique puisqu'elles sont généralement situées à l'intérieur des groupes syntaxiques et sont généralement considérées comme non structurantes. Pourtant, les frontières des constituants syntaxiques ne sont pas épargnées par les hésitations.

Notre étude portant sur la respiration et son implication dans l'organisation spatio-temporelle de la parole et du discours, nous nous intéresserons exclusivement aux pauses dites silencieuses, catégorie que nous tâcherons de décrire ci-dessous, avant de nous consacrer plus spécifiquement aux pauses respiratoires.

2.1.1 Les principales fonctions des pauses

L'étude des pauses en parole a mis au jour leurs principales fonctions dans le discours. Elles peuvent être syntaxiques ou démarcatives, en structurant le discours, accompagné d'une activité physiologique ou non, ou encore marquer l'hésitation (activité de décodage, d'encodage, d'autocorrection), traduisant ainsi une importante tâche cognitive (recherche lexicale, planification de l'énoncé). Dans certaines situations d'énonciation, la pause peut également servir à mettre en évidence certains éléments du discours : il s'agit d'une pause stylistique ou de focalisation.

La fonction physiologique la plus étudiée est la respiration. La pause peut être dédiée à la prise de souffle lors de la production verbale. Le locuteur tend à reprendre son souffle à des endroits stratégiques, prévus par la syntaxe de la langue. Par ailleurs, l'étude de la distribution des pauses en parole lue et spontanée a contribué à mieux comprendre le lien entre l'apparition des pauses et la syntaxe. Il apparaît que les pauses syntaxiques non respiratoires sont plus fréquentes que les pauses syntaxiques respiratoires en parole lue (Lalain et *al.*, 2016 ; Fauth et *al.*, 2018), tandis qu'en parole spontanée, le phénomène inverse est observé. Cela va à l'encontre des études précédentes sur le sujet. À partir de corpus de parole lue, Grosjean et Collins (1979) déterminent que la majorité des pauses sont respiratoires. Cette différence entre les résultats peut s'expliquer par l'utilisation d'un seuil de durée fixe de la part de Grosjean et Collins, fixé à 200 ou 250 ms, pouvant écarter certaines pauses syntaxiques qui auraient pu entrer dans l'analyse. Par ailleurs, Goldman et *al.* (2010) rapportent que les pauses respiratoires constituent 57 % des pauses silencieuses de leur corpus. Cependant, leur corpus comprend différents styles de paroles, pouvant expliquer la différence.

La durée de la pause est extrêmement sensible à la présence ou absence d'activité physiologique durant sa réalisation. En effet, les pauses contenant une inspiration sont significativement plus longues que celles n'en contenant pas (Grosjean & Collins, 1979 ; Goldman et *al.*, 2010 ; Auchlin et *al.*, 2018). La déglutition serait également responsable d'un allongement significatif de la pause silencieuse, qu'elle accompagne une respiration ou non (Hirsch et *al.*, 2018).

Les pauses physiologiques, contenant une inspiration et/ou une déglutition, coïncident généralement avec les frontières des unités syntaxiques (Winkworth et *al.*, 1994 ; 1995). Par ailleurs, les pauses respiratoires se situent essentiellement aux frontières des unités syntaxiques majeures et en second lieu, aux frontières des constituants mineurs (Auchlin et *al.*, 2018). Wang et *al.* (2010) indiquent que le nombre de pauses respiratoires non syntaxiques est plus élevé en parole spontanée tout en soulignant que les prises de souffle ne se produisent jamais à l'intérieur d'un mot. En outre, ces inspirations impromptues sont souvent associées à l'insertion de fillers, liés à des hésitations en raison de l'augmentation de la charge cognitive.

Lalain et *al.* (2016), puis Hirsch et *al.* (2018) ont tenté de discriminer les pauses syntaxiques, respiratoires, hésitations à partir de caractéristiques articulatoires, acoustiques et physiologiques. En d'autres termes, il s'agirait d'observer le comportement de différents articulateurs, du thorax et les évènements acoustiques lors de la production des pauses afin de voir s'il existe des patterns associés à chaque type de pause selon leur fonction.

Enfin, Duez (1997) met en évidence l'utilisation de pauses silencieuses à des fins stylistiques. Nommées stylistiques ou rhétoriques, ces pauses interviennent à des endroits inattendus, par exemple, permettant de mettre en évidence, d'insister sur un mot ou une idée. La durée de la pause peut également être influencée par la thématique du discours. L'étude de différents discours de François Hollande (Hirsch et *al.*, 2016) révèle que la durée des pauses est plus longue lors de discours politique, tel que le programme de candidature, ou le discours d'investiture, que lors de son discours consacré au sommet de la francophonie.

En résumé, les faits présentés ci-dessus nous montrent qu'une fonction n'exclut pas l'autre. En effet, les pauses syntaxiques peuvent également être respiratoires et/ou recouvrir la déglutition ou encore être utilisées à des fins de planification et de préparation du discours. Par ailleurs, le fait que les hésitations puissent avoir lieu à des jonctions grammaticales peut aussi être considéré comme une pause syntaxique.

2.1.2 Nomenclature des pauses silencieuses : vers une reconsidération de la catégorisation des pauses respiratoires ?

De nombreuses typologies des pauses silencieuses ont vu le jour. Certaines s'appuient sur des caractéristiques fonctionnelles (Conrad et *al.*, 1983 ; Duez, 2001 ; 2003), d'autres sur des caractéristiques formelles, distinguant les pauses brèves des pauses longues (Fant et *al.*, 2003 ; Goldman et *al.*, 2010 ; Grosman et *al.*, 2018). Auchlin et *al.* (2018) proposent une nouvelle typologie des pauses dites silencieuses reposant sur des caractéristiques acoustiques, discriminant les pauses en fonction de leur durée, physiologiques, comprenant une inspiration ou non, et fonctionnelles, à savoir syntaxique ou non syntaxique.

Cette typologie rénovée propose une première distinction entre les pauses courtes et longues. Elle tient également compte de la présence d'inspirations, ainsi que de la position de la pause par rapport aux frontières syntaxiques dans le discours. Ce mélange de critères permet d'établir les diverses fonctions attribuables à une même pause, à savoir si elle est physiologique et/ou syntaxique, l'une des fonctions n'excluant pas une autre.

Au regard des différentes études sur les pauses, il s'avère que les pauses respiratoires tendent à se distinguer des pauses silencieuses. En premier lieu, de nombreux travaux indiquent que les pauses respiratoires sont intrinsèquement plus longues que les autres pauses silencieuses. En second lieu, les pauses respiratoires se caractérisent par la présence d'un bruit d'inspiration perceptible par l'auditeur et visible sur le signal acoustique (Trouvain et *al.*, 2020).

À partir de la définition des pauses silencieuses proposée par Duez (2003), à savoir, « *la cessation de l'activité verbale qui se traduit au niveau acoustique par une interruption du signal sonore* », peut-on vraiment considérer la pause respiratoire comme une pause silencieuse ?

S'il s'avère que la majorité des pauses silencieuses ne le sont pas vraiment (Belz & Trouvain, 2019), les pauses respiratoires sont quasiment systématiquement accompagnées d'un bruit d'inspiration. Ce bruit, considéré par Belz et Trouvain (2019) comme une vocalisation non verbale, a des caractéristiques acoustiques mesurables, comparables à ceux des sons de la parole. Les récents

travaux menés sur le sujet révèlent que le bruit d'inspiration a une structure formantique, comparable à celle d'une voyelle (Werner et *al.*, 2021). Selon Trouvain et *al.* (2019), au bruit d'inspiration initial peut se superposer un bruit de friction, résultant d'une configuration orolinguale similaire à celle de la production du [s]. Cependant, les patterns de l'inspiration se démarquent des sons articulés de la parole sur différents plans.

Par ailleurs, l'intensité du bruit de respiration est également mesurable, bien que celle-ci soit inférieure à celle des sons avoisinants (Trouvain et *al*, 2020 ; Werner et *al.*, 2021). L'intensité du bruit d'inspiration serait également sensible à leur localisation dans le discours. Ainsi, les prises de souffle situées à l'intérieur du discours sont plus bruyantes que celles en position initiale. Étant donné le lien étroit qui existe entre la vitesse de l'inspiration et l'intensité, la nécessité de produire une inspiration plus courte entre deux énoncés peut expliquer cette différence.

Au regard de ces éléments, la place des pauses respiratoires au sein des pauses silencieuses nous semble questionnable.

Dans son étude sur l'organisation des pauses en parole spontanée en vue de tester la systématicité entre le type de pause et sa distribution syntaxique afin de vérifier si les pauses respiratoires peuvent être utilisées comme temps de planification, Weston (2019) propose une nouvelle catégorisation des pauses, notamment respiratoires, pour une analyse novatrice de ces pauses.

En premier lieu, l'autrice distingue les pauses respiratoires des pauses silencieuses. Elle propose ensuite de distinguer les inspirations des « petites inspirations » dont elle relève la présence chez les différents locuteurs examinés. Elle définit ces petites inspirations, que nous nommerons *micro-inspirations*, de la façon suivante : « *half the range of the fullest inhalation in the trial* » (Weston, 2019 : 42), ce que l'on peut traduire par la moitié de la « portée » de l'inspiration la plus complète sur le signal. Selon ses hypothèses, ces micro-inspirations pourraient correspondre à des disfluences et refléteraient ainsi les phénomènes de réflexion et de planification des énoncés. Une

telle distinction entre les différentes inspirations permettrait une description plus précise des patterns respiratoires, ainsi que de la gestion des volumes d'air durant la phonation.

Par ailleurs, Weston (2019) prend également en compte le bruit expiratoire dans son analyse, qu'elle intègre dans une catégorie indépendante des autres pauses. L'inclusion des bruits inspiratoires dans les analyses du discours peut se révéler enrichissante et pertinente, notamment dans l'étude de la parole perturbée. Ce paramètre, difficilement considérable comme une pause silencieuse (Belz et Trouvain, 2019), pourrait servir de biomarqueurs indiquant la présence d'une potentielle perturbation respiratoire ou caractéristiques de certaines pathologies, par exemple. En effet, ces bruits pourraient être significativement plus nombreux dans un contexte de respiration perturbée, conséquent à un essoufflement ou à une pathologie.

Ainsi, la catégorisation proposée par Weston (2019) permettrait de mieux appréhender l'organisation spatio-temporelle des mouvements respiratoires durant la phonation, en établissant un lien entre l'importance de l'amplitude inspiratoire, sa durée et la longueur du groupe de souffle suivant, et la récurrence des prises de souffle ou micro-inspirations, que ce soit en parole normale ou pathologique. De plus, la présence et la fréquence d'occurrence de bruits expiratoires, leur durée et leur intensité, pourraient être des indices de perturbation, informant de l'état du système respiratoire du locuteur, ainsi que du degré de sévérité de la perturbation.

2.2 Les patterns inspiratoires au sein des pauses : étude de la correspondance entre les évènements respiratoires et les phases du signal acoustique de parole

Les pauses respiratoires ne sont pas entièrement consacrées à l'inspiration. En effet, le bruit d'inspiration est généralement entouré par deux intervalles silencieux (Trouvain et *al.*, 2020), d'une durée relativement changeante en fonction de la variabilité interindividuelle, du style de parole, du rythme ou encore de l'environnement phonétique (Bernard & Auchlin, 2003). La description des pauses respiratoires ressortant de plusieurs études permet de mieux comprendre la manière dont s'organisent les mouvements respiratoires au sein des pauses ainsi que la manière dont ces gestes s'articulent avec la production de la parole.

Ces intervalles ont été décrits de deux manières différentes : d'une part, la description porte sur les phénomènes visibles sur le signal acoustique, à savoir les délimitations des groupes phonatoires et du bruit d'inspiration (Belz & Trouvain, 2019 ; Trouvain et *al.*, 2020), et d'autre part, en s'appuyant sur le signal de parole synchronisé aux mouvements de la cage thoracique (Grosjean & Collins, 1979).

Grosjean et Collins (1979) identifient trois phases durant les pauses respiratoires. La première est une phase de préinspiration. Cette zone s'étend de la fin du groupe de mots précédant la pause jusqu'au début du mouvement inspiratoire. L'inspiration est caractérisée par la présence d'une courbe raide et croissante. La dernière phase est nommée post inspiratoire et correspond à l'étendue entre la fin de l'inspiration et le début de la vocalisation.

Les méthodes d'analyse présentées ci-dessus se rejoignent, si l'on considère les observations de Werner et *al.* (2020), relatant la relation étroite entre les évènements acoustiques et respiratoires perceptibles sur les signaux de parole et thoraco-abdominaux. Ainsi, selon ces auteurs, l'accroissement du périmètre abdominal débuterait à la fin de la phonation. Le bruit inspiratoire correspondrait au début de la phase d'augmentation thoracique et à la fin de l'accroissement abdominal. Enfin, la fin du mouvement thoracique serait synchronisée avec le début de l'articulation de l'énoncé à venir. Cela est en contradiction avec les résultats de Grosjean & Collins (1979). En effet, selon leur étude, la phase post-inspiratoire s'étend de la fin du mouvement inspiratoire thoracique jusqu'au début de la vocalisation, durant laquelle la pente respiratoire se stabilise, d'une durée relativement constante. Selon ces auteurs, cela laisse supposer que le locuteur ne souhaite pas entretenir une pression subglottique élevée trop longtemps.

En nous appuyant sur ces observations, nous pouvons aisément mettre en relation les résultats de Grosjean & Collins (1979) et Trouvain et *al.* (2020). L'intervalle silencieux précédant l'inspiration, phase nommée pré-inspiration par Grosjean & Collins (1979), s'étend de l'arrêt de la phonation jusqu'au début du mouvement inspiratoire thoracique. Celui-ci a tendance à être plus long que celui suivant l'inhalation audible (Bernard & Auchlin, 2003 ; Trouvain et *al.*, 2020). La phase post-inspiratoire s'étend de la fin de l'inspiration jusqu'au début de la vocalisation (Grosjean et Collins, 1979). Cependant, selon les observations de Werner et *al.* (2020), la fin de l'extension thoracique correspond au début de la reprise articulatoire.

L'intervalle précédant le bruit inspiratoire, phase nommée pré-inspiration par Grosjean & Collins (1979), s'étend de l'arrêt de la phonation jusqu'au début du mouvement inspiratoire ou du bruit d'inspiration. Selon les observations de Trouvain et *al.* (2020), cet espace a tendance à être plus long que celui suivant l'inhalation. L'intervalle qui va suivre est d'autant plus variable, allant parfois jusqu'à être omis par le locuteur. Cela peut dépendre du contexte vocalique. Il existe une association étroite entre les facteurs physiologiques et linguistiques dans le contrôle de la respiration durant la parole. Autrement dit, le contrôle de la respiration durant la parole résulte d'une association de facteurs physiologiques et linguistiques durant la phonation.

La configuration des pauses inspiratoires est variable, soumise à la variabilité interindividuelle, au style de parole, au rythme, à l'environnement phonétique, etc. D'une durée variable, il arrive toutefois que l'un de ces intervalles soit omis. Selon Trouvain et *al.* (2020), cela concerne davantage l'intervalle précédant l'inspiration. En outre, la valeur temporelle de ces intervalles est généralement plus élevée en parole lue.

Selon Werner et *al.* (2020), la fin de l'articulation sur le signal acoustique semble être alignée avec le début de l'augmentation de l'abdomen, tandis que le début de la phase articulatoire semble coïncider avec la fin de l'élargissement de la cage thoracique. En revanche, le début du bruit d'inspiration serait synchronisé avec le début de l'augmentation du volume de la cage thoracique tandis que la fin du bruit et la fin de l'augmentation du volume de la cavité abdominale semblent être synchronisées. Bien que cela soit des tendances générales, des stratégies différentes sont à l'œuvre dans cette étude, spécialement pour la coordination de l'abdomen et de la cage thoracique. Ce haut degré d'individualité est aussi observé dans la gestion de la posture préphonatoire de la paroi thoracique par Hixon et *al.* (1988).

En ce qui concerne la correspondance entre les signaux acoustiques et respiratoires, il semble que l'inspiration acoustique soit étroitement couplée à la respiration, se produisant de manière synchrone avec l'abdomen et la cage thoracique. Les auteurs ont défini les côtés comme étant le temps entre l'articulation précédente et le bruit d'inspiration (côté/bord gauche) et le bruit de l'inspiration et l'articulation suivante (côté/bord droit). La pente thoracique croissante augmente de façon significative.

Godde et *al.* (2022) se sont en partie intéressés au délai entre l'inspiration et la phonation chez les enfants, en fonction de leur grade scolaire. Il apparait que les enfants les plus jeunes participant à l'étude (CE1) réalisent des pauses plus longues que les locuteurs plus âgés. Cet allongement de la durée de la pause serait conséquent à une augmentation du délai entre l'inspiration et la phonation, celui-ci étant particulièrement restreint chez les autres enfants, voire inexistant, ces derniers inspirant dès la fin de la phonation, et démarrant la phonation tout de suite à la fin de l'inspiration. Si les adultes tendent à prolonger la phase post-inspiratoire, les enfants les plus jeunes inspirent dès la fin de la phonation et augmentent le délai entre la fin de l'inspiration et le début de l'inspiration.

2.3 Contribution de la respiration à la structuration des énoncés : le lien entre la respiration et la linguistique

Les pauses, respiratoires ou non respiratoires, sont réalisées essentiellement aux endroits prévus par la syntaxe, selon les règles de la langue (Grosjean et Collins, 1979 ; Lalain et *al.*, 2012). Le fait que toutes ces pauses ne soient pas consacrées aux besoins physiologiques de reprise de souffle prouve la fonction démarcative : les pauses sont nécessaires pour démarquer les unités syntaxiques à l'oral.

En parole, la majorité des pauses sont syntaxiques, et ce, aussi bien chez l'adulte (Grosjean & Collins, 1979 ; Lalain et *al.*, 2016 ; Hirsch et *al.*, 2018) que chez l'enfant (Godde et *al.*, 2022). Bien que ces pauses soient majoritaires, quelle que soit la condition de parole, le nombre de pauses non structurantes est plus élevé en parole spontanée (Grosman et *al.* 2018). Par ailleurs, Wang et *al.* (2010) précisent que les pauses respiratoires non syntaxiques, effectivement plus présentes en parole spontanée, sont majoritairement associées à des fillers.

La distribution syntaxique des pauses dépend du degré de préparation et de planification de l'énoncé (Grosman et *al.*, 2018). Les pauses syntaxiques sont plus nombreuses en parole lue, car la lecture est plus contrainte et offre une meilleure prédiction de l'emplacement des pauses, notamment en raison de la ponctuation. En outre, le fait que les pauses syntaxiques soient également en grand nombre chez les enfants montre qu'ils ont parfaitement identifié les marques de ponctuation comme un indicateur de pause.

Des patterns temporels pausaux semblent émerger des différentes études. En effet, la durée des pauses est variable selon leur localisation syntaxique, les pauses les plus longues étant situées aux extrémités des unités syntaxiques majeures (phrases, propositions). Goldman-Eisler (1972) indique que les pauses situées aux frontières de phrases sont plus longues que celles situées en fin de propositions, elles-mêmes plus longues que celles réalisées aux frontières des constituants. Ces résultats sont confirmés par d'autres études précisant que la durée des pauses situées aux frontières des unités syntaxiques majeures est plus longue que celles situées aux frontières mineures (Grosjean & Collins, 1979 ; Goldman et *al.*, 2010 ; Auchlin et *al.* 2018). Diverses explications à cela sont évoquées. Premièrement, l'allongement de la durée de la pause pourrait être conduit à des fins communicatives, en vue de marquer la fin des unités majeures par une durée plus longue. Pour Grosjean & Collins (1979) et Hirsch et *al.* (2018), l'explication tient au fait que les pauses en fin d'énoncés sont plus longues car ce sont essentiellement des pauses respiratoires, les pauses physiologiques étant intrinsèquement plus longues que les non physiologiques.

La durée des pauses non syntaxiques par rapport à celles réalisées aux frontières syntaxiques est plus discutable. Certaines études indiquent que les pauses d'hésitation sont plus longues que celles correspondant à des jonctions grammaticales (Hirsch et *al.*, 2018). Pourtant, les résultats de Goldman-Eisler (1968) ne montrent pas de différence significative entre la durée d'une pause d'hésitation et une pause syntaxique. Si le constat diffère selon les études, il apparait néanmoins que la durée de ces pauses est plus variable que celle des pauses syntaxiques.

Certaines localisations syntaxiques semblent être prédisposées à la réalisation de pauses physiologiques ou non. En effet, selon Grosjean & Collins (1979), les pauses respiratoires sont essentiellement réalisées aux frontières des constituants majeurs, tandis que les pauses non respiratoires sont plutôt réalisées aux extrémités des constituants mineurs. Ces données sont corroborées par d'autres études en parole lue (Winkworth et *al.*, 1994 ; Huber et *al.*, 2012) et en parole spontanée (Winkworth et *al.*, 1995). L'étude de Huber et *al.* (2012) est d'autant plus intéressante qu'elle montre que les locuteurs âgés produisent plus de pauses respiratoires aux frontières des constituants mineurs, contrairement à ce qui a été observé par des sujets plus jeunes. Ainsi, les locuteurs présentant une réduction de leur capacité vitale adapteraient leurs « patterns pausaux »

et exploiteraient davantage les jonctions entre les unités syntaxiques mineures pour inspirer, en vue de reprendre leur souffle plus régulièrement.

Plus ou moins courantes en fonction du genre de parole et du degré de préparation du discours, les pauses d'hésitation font partie intégrante de la parole. Ce type de pause silencieuse a une vocation cognitive. Elle est liée à l'encodage et à la planification des énoncés (Duez, 1997).

Comme mentionné ci-dessous, l'occurrence des hésitations varie en fonction du style de parole. Pas ou peu présentes en parole lue, les hésitations sont significativement plus nombreuses lors de prises de parole non préparées, spontanées (Lalain et *al.*, 2016), reflétant une haute activité cognitive. En revanche, l'étude comparative entre la parole lue et la parole spontanée chez les enfants (Lalain et *al.*, 2012) révèle un plus grand nombre de pauses en parole lue, qui relèverait d'erreurs de décodage non présentes en parole spontanée. Néanmoins, le taux de pauses syntaxiques reste plus important en parole lue que spontanée.

Le nombre de pauses d'hésitation dépend également du degré de préparation du discours (Grosman et *al.*, 2018) et du degré de contrainte de la tâche de parole (Grosjean et Deschamps, 1972 ; 1975) : les pauses d'hésitation, ici considérées comme pauses internes aux constituants syntaxiques mineurs, sont moins fréquentes en parole préparée qu'en parole spontanée. En outre, la durée et la fréquence des pauses d'hésitation sont influencées par la contrainte des tâches de parole (Grosjean & Deschamps, 1972 ; 1975). Plus la tâche nécessitera une forte activité cognitive, plus il y a aura de pauses d'hésitation. La tâche de description des pauses nécessite une double activité cognitive puisqu'il y a le décodage de l'image et l'encodage et la préparation de l'énoncé à venir. Hirsch et *al.* (2018) confirment un allongement significatif de la durée des pauses lors de la description d'image que pour d'autres activités de parole spontanée.

L'étude des pauses dans la prise de parole politique montre que l'occurrence des pauses varie en fonction du degré de préparation de la situation d'énonciation. Hirsch et *al.* (2015) relèvent un nombre de pauses d'hésitation plus importante lors des débats.

Les hésitations en parole sont souvent présentées comme des pauses interrompant la fluence verbale, situées à l'intérieur de constituants syntaxiques. Cependant, comme le souligne

Duez (1997), le caractère distributionnel des hésitations n'est pas fiable. En effet, les hésitations ne surviennent pas qu'à l'intérieur des constituants syntaxiques. Barik (1968) précise que des pauses syntaxiques peuvent aussi être des temps d'hésitation que le locuteur exploite à des fins de décodage, dans le cas de la lecture, ou à des fins de planification.

Compte tenu de la relation étroite entre la respiration et le niveau linguistique, il est courant de considérer que la respiration s'adapte aux contraintes des règles syntaxiques de la langue. Selon Grosjean et *al.* (1979), la présence ou l'absence de respiration durant la production de la phrase ne semble pas avoir d'incidence majeure sur la structure des pauses. En effet, des phrases répétées avec et sans prise de souffle présentent une structure pausale quasiment identique. Cela indiquerait que la respiration n'influence pas la structure des pauses, mais qu'elle s'adapte à la structure des pauses, elle-même adaptée à la structure linguistique des énoncés. Néanmoins, il ne s'agit pas là d'une condition naturelle de parole. En effet, dans cette étude, la réalisation ou non de pauses respiratoires était conditionnée par les consignes données aux locuteurs. Compte tenu de la flexibilité du système de production-perception de la parole, des stratégies compensatoires ont pu être mises en place pour permettre la réalisation de la phrase sans reprendre son souffle. Par ailleurs, d'autres facteurs semblent intervenir quant à la réalisation des pauses respiratoires, notamment la distance entre les pauses (Winkworth et *al.*, 1995). Les pauses respiratoires ne sont pas systématiquement réalisées aux frontières des unités syntaxiques majeures, comme le montre l'absence d'inspiration à la fin d'une phrase de deux mots, le locuteur préférant reprendre son souffle à une frontière syntaxique plus éloignée de la pause précédente. Pour Bailey et Hoit (2002), la gestion des volumes pulmonaires dépend de l'association de contraintes linguistiques et métaboliques.

2.4 Le contrôle de l'inspiration en parole : mécanisme d'anticipation dans le discours ?

Il existe un pattern des inspirations contraint par diverses exigences linguistiques et structurelles. De nombreuses études ont montré que l'étendue des énoncés, ainsi que la structure du texte, sont anticipées, ou du moins partiellement, par la pente inspiratoire.

Conrad et *al.* (1993) ont montré que les inspirations les plus profondes sont réalisées à la fin des paragraphes, ensuite, à la fin des énoncés. Ces affirmations ont été confirmées en faisant varier la structure du texte et des paragraphes d'un passage à l'autre. Cela indique que la respiration est sensible à l'organisation structurelle du texte : celle-ci s'adapte à la structure formelle du discours. En outre, Grosjean et Collins (1979) démontrent que les pauses respiratoires tendent à se produire à la fin des énoncés tandis que les pauses non respiratoires, plus brèves, sont réalisées aux frontières syntaxiques mineures.

L'étude de Winkworth et *al.* (1994) a mis au jour l'existence d'une corrélation entre l'importance du volume pulmonaire inspiré et la durée de la phrase à venir. Ainsi, les volumes inspirés sont significativement plus élevés lorsqu'ils sont suivis d'une phrase longue que d'une phrase courte. Ces tendances ont également été observées en parole spontanée (Winkworth et *al.*, 1995), mettant également en avant une prédominance de l'activité thoracique lors de l'inhalation de l'air. Par ailleurs, une forte variabilité intra-individuelle liée à des changements d'humeur, évalués par un auto-questionnaire, est ressortie de l'étude. Cependant, les phrases se succédant, les faits observés pourraient être influencés par l'énoncé précédant, comme le souligne Whalen et Kinsella-Shaw. (1997). Whalen et Kinsella-Shaw (1997) reproduisent l'expérience à partir de phrases isolées, citées séparément, variant en longueur et en complexité syntaxique. Les résultats de l'étude indiquent une forte corrélation entre la durée de l'inspiration pré-parole et la longueur de l'énoncé à venir : plus l'énoncé sera long, plus la durée de l'inspiration sera longue, mettant ainsi en avant une corrélation potentielle entre ces deux éléments. Cependant, cette expérience n'a été menée qu'auprès de trois locuteurs. Par ailleurs, seuls deux d'entre eux présentent de fortes corrélations entre ces deux variables. L'étude de Fuchs et *al.* (2013) confirment les résultats des études précédentes en décrivant le phénomène d'anticipation de la longueur de la phrase à venir par l'intermédiaire de l'amplitude et de la durée de l'inspiration. En effet, les résultats indiquent que plus la phrase est longue, plus la durée de la pause est élevée. Il en est de même pour l'importance de la pente inspiratoire.

Si l'étendue des énoncés est anticipée via la durée et l'amplitude de l'inspiration, les locuteurs peuvent également avoir recours à leur volume de réserve expiratoire (Fuchs et *al.*, 2008) :

le volume d'air expiré par le locuteur étant plus important que le volume inspiré, technique exploitée lorsque le volume inspiré n'est pas suffisamment anticipé par le locuteur.

En revanche, l'inspiration n'est pas corrélée avec la complexité syntaxique des énoncés (Whalen et Kinsella-Shaw, 1997 ; Fuchs et *al.*, 2013). Il se peut que le manque de corrélation résulte d'un problème de définition. Ces analyses portent sur le nombre de propositions, sans tenir compte de la ramification de ces dernières. Une analyse plus poussée d'un point de vue syntaxique pourrait avoir un impact positif sur la corrélation. Cependant, si la complexité n'a aucune incidence sur la durée et l'amplitude de l'inspiration, elle influence la fréquence des inspirations, qui ont toujours lieu aux jonctions grammaticales.

Ces études montrent que la longueur de la phrase à venir est anticipée dès l'inspiration, que ce soit par son amplitude et par sa durée, ce qui peut être dû à la corrélation entre amplitude et durée, une amplitude élevée nécessitant une durée plus longue. Les résultats de ces travaux convergent vers l'idée d'un pattern inspiratoire contrôlé permettant d'anticiper la longueur des énoncés à venir. Winkworth et *al.* (1994 ; 1995) évoquent l'existence d'un schéma de planification de la respiration, celle-ci répondant à des besoins linguistiques et prosodiques. Si les preuves demeurent encore insuffisantes quant à l'existence et au fonctionnement d'une planification neuronale des inspirations, il n'en demeure pas moins que respiration et linguistique sont étroitement liées l'une à l'autre, et que les besoins linguistiques peuvent être anticipés dès l'inspiration. Toutefois, un autre point de convergence est le recours aux stratégies individuelles des locuteurs. En effet, tous les auteurs soulignent la forte variabilité interindividuelle, due à des stratégies différentes, que ce soit dans la gestion des volumes pulmonaires (Winkworth et *al.*, 1994 ; 1995 ; Fuchs et *al.*, 2013) ou dans la gestion temporelle de la respiration (Whalen et *al.* 1997). Ainsi, la gestion des mouvements respiratoires n'est pas uniquement liée à la linguistique de la langue mais également au comportement propre à chaque individu.

De ces faits, nous pouvons déduire que les difficultés respiratoires et de gestion de pression nécessaire à la phonation pourraient également être anticipées grâce à la gestion des volumes d'air inspirés. Ainsi, les locuteurs porteurs de fente palatine pourraient anticiper les besoins élevés pour maintenir la pression intraorale à un niveau suffisant et constant lors de la production des consonnes à travers l'inspiration.

3. Spécificités de la respiration chez l'enfant

Durant l'enfance, le système respiratoire subit de nombreux changements, résultant des différences dans son fonctionnement par rapport à l'adulte. Ainsi, sa taille augmente lors de la croissance et il change de configuration. Notons que les voies aériennes chez l'enfant sont plus étroites, conférant ainsi des pressions plus élevées lors de la phonation chez les jeunes enfants. Ces valeurs décroissent à mesure de l'augmentation de l'âge (Stathopoulos, 1986).

Si le sexe semble être un facteur de variabilité dans la respiration au repos, il n'apparait pas déterminant durant la production de la parole (Hoit et *al.*, 1990). Toutefois, les auteurs dénotent quelques exceptions qui pourraient être liées davantage à des stratégies individuelles, celles-ci se manifestant principalement durant la parole spontanée. D'après ces observations, Hoit et *al.* (1990) concluent que le sexe n'est pas une variable importante.

La contribution respiratoire évolue également au fur et à mesure de la croissance. Selon Boliek et *al.* (2009), l'excursion thoracique, abdominale et pulmonaire augmente avec la taille et l'âge de l'enfant. Ces données sont conformes à celles obtenues par Stathopoulos & Sapienza (1997) : les enfants ont recours à une contribution respiratoire supérieure à celle des adultes, avec une différence significativement marquée pour le groupe de locuteurs âgés de 6 ans. Comme cela a été observé par Hoit et *al.* (1990), le sexe de l'individu n'a pas d'incidence significative sur la respiration. Par ailleurs, à l'instar des observations faites auprès d'adultes (Hixon et *al.*, 1973 ; Hoit & Hixon, 1987), la contribution de la cage thoracique est plus importante que celle de l'abdomen (Stathopoulos et Sapienza, 1997).

L'âge joue un rôle important dans la gestion des volumes respiratoires durant la phonation. Cette différence est d'autant plus flagrante entre le groupe des 7 ans et les groupes d'enfants plus âgés (10, 13 et 16 ans) (Hoit et *al.*, 1990). Une telle différence se manifeste à travers des volumes pulmonaires, thoraciques et abdominaux plus importants chez les enfants les plus jeunes, des dépenses pulmonaires par groupe de souffle plus élevées chez ces enfants. Il en est de même à l'échelle des syllabes.

La respiration chez l'enfant est principalement influencée par les demandes articulatoires, et ensuite, par les demandes d'intensité. Nous y reviendrons dans le prochain chapitre (*cf.* Chapitre III, section II.4).

Les voies aériennes des enfants sont plus étroites que celles d'un adulte, générant ainsi des pressions plus élevées chez les enfants les plus jeunes, diminuant ainsi la résistance des voies aériennes en fonction de la croissance. Ces pressions décroissent avec l'avancée de l'âge (Stathopoulos, 1986). Par ailleurs, les poumons et le thorax sont plus petits par rapport à celui d'un adulte. De ces petites tailles résulte une capacité vitale réduite par rapport à l'adulte, cela limitant les quantités disponibles pour la production de la parole (Stathopoulos & Sapienza, 1997).

La force musculaire respiratoire des enfants est inférieure à celle des adultes. Selon Gaultier & Zinman (1983), elle augmente entre 7 et 13 ans bien que demeurant inférieure à celle des adultes. Cela peut potentiellement expliquer la limitation des volumes inspirés et expirés des enfants, observée par (Russell & Stathopoulos, 1988), bien que cela concerne davantage les volumes inspirés qu'expirés.

Compte tenu des différents patterns et stratégies respiratoires mis en place par les enfants observés par Russell & Stathopoulos (1988), il n'est pas incohérent d'imaginer un lien entre la maturation du système respiratoire et la réponse respiratoire fournie. Les résultats de leur étude montrent que les enfants ont tendance à mobiliser des volumes pulmonaires inférieurs à leur capacité vitale, à l'inverse des adultes, impliquant une réponse non adaptée biologiquement.

Selon Russell et Stathopoulos (1988), plusieurs facteurs d'origine mécanique et neurologique sont à l'œuvre dans le schéma de la respiration lors de la phonation. En premier lieu, l'unité poumon-thorax serait plus souple chez les enfants. Ensuite, ils ont davantage recours à la résistance glottique pour faire varier l'intensité.

La durée de l'inspiration et de l'expiration n'indique pas de changements significatifs par groupe d'âge même si le nombre de syllabes produites par groupe de souffle augmente avec l'âge, les locuteurs les plus âgés en produisant de plus en plus rapidement, ce qui est conforme aux observations faites par Hoit et *al.* (1990). Ainsi, l'augmentation de la vitesse lui permet de produire

un nombre plus conséquent de syllabes dans un groupe de souffle. Selon les résultats de Godde et *al.* (2022), la vitesse et la fluidité de lecture augmentent rapidement à partir du CE1 (7-8 ans) jusqu'à atteindre des valeurs similaires à celles des adultes pour les élèves de 5ème (12-13 ans).

Les enfants inspirent plus régulièrement que les adultes, le nombre d'inspirations par minute étant supérieur à celui des adultes, et produisent moins de syllabes par seconde (Russell et Stathopoulos, 1988, Godde et *al.*, 2022). Chez les enfants de 4 à 6 ans, la durée des cycles respiratoires en parole reste relativement constante en fonction de l'âge : aucune différence significative n'a été observée suivant la tranche d'âge (Boliek et *al.*, 2009). Cependant, le nombre de syllabes produites par groupe de souffle augmente avec l'âge (Hoit et *al.*, 1990 ; Bolieck et *al.*, 2009), le locuteur augmentant sa vitesse de production, peut en produire plus dans un groupe de souffle. Cette différence est particulièrement marquée entre les enfants de 7 ans et ceux âgés de plus de 10 ans (Hoit et *al.*, 1990).

Par ailleurs, les enfants ont tendance à mettre fin à leur groupe de souffle à des volumes inférieurs au niveau final expiratoire (Stathopoulos et & Sapienza, 1997 ; Boliek et *al.*, 2009)

L'évolution des patterns respiratoires tout au long de la croissance de l'enfant implique également une évolution de la maturation du contrôle neuromoteur de la parole (Natsell, 1979). Les compétences basiques nécessaires à la phonation sont acquises durant l'enfance et le raffinement de ces compétences se poursuit durant la puberté ou avant (Kent, 1976 ; 1980). Ce raffinement est perceptible à travers une réduction de la durée des segments en parole (Kent & Former, 1980), le développement des stratégies de coarticulation anticipatoires (Thompson & Hixon, 1979) et la diminution de la variabilité des performances (Sharkley & Folkins, 1985).

Plusieurs études ont été menées pour tenter de déterminer la période de raffinement chez les enfants, à savoir la stabilisation des patterns respiratoires. Les résultats sont changeants d'une étude à l'autre et comme le soulignent Stathopoulos et Sapienza (1997), il est difficile de prédire les comportements respiratoires chez l'enfant à partir des modèles adultes. Pour Boliek et *al.* (2009), le raffinement est un processus graduel, caractérisé par un petit changement entre 4 et 6 ans. Hoit et

al. (1990) observent que les patterns respiratoires se stabilisent à différents niveaux et à différents âges. Si une différence des patterns respiratoires est très marquée à partir de 8 ans, la gestion des volumes pulmonaires se rapproche de celle des adultes à partir de 10 ans : la maturation des patterns de gestion des volumes serait atteinte entre 8 et 10 ans. Le contrôle de la dépense des volumes pulmonaires par syllabe n'atteint sa maturité qu'aux alentours de 16 ans. Selon Stathopoulos et Sapienza (1997), les patterns respiratoires se stabilisent et se rapprochent de ceux des adultes entre 12 et 14 ans, ce qui correspond à la période de la croissance du larynx et du système respiratoire.

Chapitre III. Étude des stratégies compensatoires en contexte de parole et de respiration perturbées

La parole requiert la modification du rythme respiratoire qui se manifeste par la réduction de l'inspiration et l'allongement significatif de la phase expiratoire, durant laquelle se déroule la phonation. De ce fait, la phonation constitue en quelque sorte une perturbation des cycles inspiratoires et expiratoires. La respiration est en interaction permanente avec la structure linguistique des énoncés, de façon à préserver l'intelligibilité du message. En conséquence, tout changement de rythme respiratoire conséquent à une perturbation, qu'elle soit naturelle ou pathologique, occasionne la modification du timing en parole, et inversement. De surcroît, compte tenu de l'interaction permanente entre la respiration et la structure linguistique des énoncés, la perturbation du rythme respiratoire pourrait également affecter la distribution syntaxique de pauses au sein du discours, et par conséquent, l'intelligibilité du message.

Dans un premier, nous verrons de quelle manière la perturbation du système respiratoire peut modifier l'organisation spatio-temporelle, et inversement. Il s'agira, à travers l'étude de ces perturbations et des stratégies de réajustements pouvant être déployées au niveau respiratoire. Dans un second temps, nous nous intéresserons aux cas des fentes palatines. Il s'agira de présenter les principaux troubles de la parole engendrés par ces malformations, puis d'examiner les conséquences de ces troubles sur la gestion des volumes respiratoires.

1. Perturbations de la respiration (et) en parole : identification de quelques stratégies compensatoires

Afin d'étudier l'interaction entre respiration et parole et sa résistance face aux perturbations nous nous intéresserons à trois cas : l'essoufflement conséquent à un effort physique important, la variation de la vitesse d'élocution et la maladie de Parkinson.

L'essoufflement consiste en une réadaptation du rythme respiratoire afin d'augmenter l'apport en oxygène. La phonation nécessitant elle-même l'ajustement des mécanismes inspiratoires et expiratoires, nous verrons de quelle manière les besoins physiologiques et phonatoires interagissent entre eux et les effets qu'ils peuvent engendrer sur l'organisation temporelle de la parole. La vitesse d'élocution est une perturbation naturelle de la parole, modifiant le timing de la parole, notamment la distribution des pauses (Grosjean & Deschamps, 1972) et par conséquent, des patterns respiratoires. Enfin, nous nous intéresserons aux effets de la maladie de Parkinson sur la respiration et la parole. Cette pathologie nous intéresse pour plusieurs raisons. En premier lieu, la maladie de Parkinson, en raison de l'affaiblissement fonctionnel du corps humain, réduit la mobilité des structures nécessaires à la phonation et à l'articulation et du système respiratoire, entrainant, entre autres, troubles d'élocution et de la fluence, en raison de l'augmentation du nombre de pauses et de leur distribution à des endroits non prévus par la syntaxe. Des variations de la vitesse d'élocution sont également observées. En second lieu, une étude a montré que certains locuteurs atteints de la maladie de Parkinson présentent une hyper nasalité (Solomon & Hixon, 1993), qui peut s'expliquer par un déficit du port vélo-pharyngé, semblable à ce qui est observé chez certains locuteurs porteurs de fente palatine. Cependant, l'absence de corrélation entre les évènements respiratoires et la présence ou l'absence d'une hyper nasalité ne nous permet pas de déterminer les effets de ce trouble sur les mécanismes de la respiration.

L'observation des mécanismes respiratoires et d'élocution en contexte de perturbation naturelle ou pathologique permet d'investiguer la résistivité de l'interaction entre la respiration et la parole face à une perturbation du système respiratoire ou du système phonatoire de façon à produire un énoncé viable et intelligible et, le cas échéant, appréhender la dégradation du message linguistique.

1.1 Perturbation respiratoire : la parole avant et après effort

L'effort physique nécessite un apport en oxygène plus important, créant une sensation d'essoufflement. L'essoufflement consiste en l'accélération du rythme respiratoire de façon à répondre aux besoins physiologiques du corps après l'effort. La modification du fonctionnement respiratoire a donc des répercussions lorsqu'il est combiné à une autre perturbation de son

fonctionnement, la phonation. L'essoufflement a des conséquences sur la production de la parole, entrainant des troubles de la fluence et de l'intelligibilité. Ces troubles de la parole résulteraient de la concurrence entre les besoins physiologiques métaboliques et les besoins phonatoires (Trouvain & Truong, 2015). La consommation d'oxygène est d'autant plus importante durant la réalisation d'une activité physique que celle-ci est combinée à une tâche de parole (Baker et *al.*, 2008).

La production de la parole pendant une activité physique entraine la réduction de la fréquence, de la durée des cycles respiratoires et du temps d'expiration (Meckel et *al.*, 2002). Ces modulations respiratoires se manifestent à travers une modification spatio-temporelle des groupes de souffle et des pauses. D'une part, l'intervalle de temps de parole est considérablement réduit après un effort physique (Fuchs et *al.*, 2015 ; Weston, 2019), d'autre part, le nombre de pauses augmente de manière significative. En effet, le nombre de pauses respiratoires est plus élevé après un effort physique important (Fuchs et *al.*, 2015 ; Trouvain & Truong, 2015), en raison du besoin de reprise d'air plus régulier pour pallier la dépense respiratoire plus importante, tandis que les pauses silencieuses disparaissent à mesure de l'augmentation de l'effort (Weston, 2019), à l'exception des bruits expiratoires. L'autrice met en avant l'utilisation des pauses non respiratoires comme temps de planification. Les pauses non respiratoires généralement exploitées à des fins de planification de la parole disparaissant au fur et à mesure de l'augmentation de l'effort, l'autrice suggère que ce sont les pauses respiratoires qui prennent le relais et qui établissent une durée de planification.

Dans leur étude, Fauth et *al.* (2018) comparent le ratio des pauses respiratoires et des pauses silencieuses avant et après une activité physique intense. Si le nombre de pauses reste stable entre les deux phases d'enregistrement, les résultats montrent la réorganisation des pauses, les intervalles silencieux étant majoritairement remplacés par des pauses respiratoires. Cela indique la nécessité de marquer des pauses démarcatives de façon à délimiter les unités syntaxiques et à ne pas dégrader l'intelligibilité du message linguistique. Initialement silencieux, ces temps de pause sont optimisés par le locuteur afin de reprendre son souffle plus régulièrement, tout en respectant la structure linguistique des énoncés.

La durée des pauses respiratoires s'allonge en relation avec l'intensification de l'activité physique (Trouvain & Truong, 2015 ; Weston, 2019). Pour autant, la durée de l'inspiration n'est pas plus longue sous l'effet de l'effort (Meckel et *al.*, 2002). Ce fait peut être expliqué de deux manières. D'une part, le temps de pause dédié à la prise de souffle est exploité par le locuteur à des fins physiologiques et cognitives, afin de planifier l'énoncé à venir. D'autre part, le locuteur pourrait réaliser plus d'une inspiration au sein de la même pause de façon à pallier la consommation élevée d'oxygène liée à la superposition de deux activités peu économes. Notons également que la variabilité temporelle de ces pauses est d'autant plus importante après l'effort (Fauth et *al.*, 2018). Si la durée des pauses respiratoires est sensible à l'effort physique, l'effet inverse est observé pour les pauses silencieuses, celles-ci étant plus courtes durant la seconde phase de l'expérience.

Certaines études ont tenu compte des vitesses de parole avant et après l'effort et plusieurs tendances en ressortent. Selon les résultats de Trouvain & Truong (2015), la vitesse d'élocution ne varie pas en fonction de l'effort. En revanche, la vitesse d'articulation est plus rapide lorsque les locuteurs sont essoufflés, la différence n'est toutefois que légèrement significative. L'étude menée par Fauth et *al.* (2018) ne révèle aucune différence significative de la vitesse d'articulation entre les deux tâches. Fuchs et *al.* (2015) observent une augmentation de la vitesse de parole qui va de pair avec la réduction du temps de parole au fur et à mesure de l'intensification de l'activité physique. Ainsi, les locuteurs compenseraient la réduction des groupes de souffle par l'augmentation de la vitesse d'élocution, de façon à maintenir un certain nombre d'informations à l'intérieur des séquences phonatoires. Au regard de ces faits et de la distribution des pauses après un effort, les auteurs de l'étude suggèrent l'existence d'une stratégie intermédiaire reposant sur l'augmentation de la vitesse d'élocution afin de compenser la réduction des groupes de souffle, et une restructuration temporelle de la parole et des pauses.

1.2 Perturbation de l'organisation spatio-temporelle de la parole et réajustements respiratoires : le cas de la variation de la vitesse d'élocution

La vitesse d'élocution, définie comme le nombre de syllabes articulées par seconde pauses comprises, est considérée comme un perturbateur naturel de la parole. La variation de celle-ci entraine une réorganisation spatiotemporelle de la parole à différents niveaux.

Si elle n'intervient pas sur les stratégies articulatoires mises en place pour la production des sons, elle modifie la temporalité de ces derniers. Gaitenby (1965) utilise la notion de *mot élastique* pour qualifier la capacité de distorsion des mots et du discours. En effet, selon elle, l'un comme l'autre peut être compressé ou étiré au niveau physique par choix du locuteur ou sous l'impulsion de différents facteurs tels que l'accent rythmique, l'intonation, l'état physique du locuteur, etc. Toutefois, l'élasticité naturelle des unités phoniques est limitée par des contraintes physiologiques ainsi que par les exigences d'intelligibilité par le système perceptif. Des contraintes phonologiques peuvent aussi intervenir. En effet, dans certaines langues, la durée est un trait distinctif permettant de distinguer un phonème d'un autre. Il convient de veiller à ce que l'allongement ou la réduction du phonème ainsi que la précision du geste articulatoire associé ne modifient pas le sens du message linguistique.

La vitesse d'élocution influerait également la variabilité des gestes en parole (Vaxelaire, 2007). En effet, l'augmentation de la vitesse d'élocution restreindrait la fluctuation des gestes articulatoires, celle-ci étant moins importante en vitesse d'élocution rapide que lente. Bechet (2011 : 119) explique ce phénomène « par le rétrécissement de la zone de viabilité (c'est-à-dire de la zone de variabilité dans laquelle les sons conservent leur identité) des sons en vitesse d'élocution rapide ». En d'autres termes, les trajectoires possibles afin d'atteindre la cible, tout en conservant ses caractéristiques intrinsèques distinctives, se trouvent restreintes par l'accélération de la vitesse d'élocution. En outre, selon Vaxelaire (2007), les gestes sont plus contraints et précis lorsqu'ils sont associés à une opposition phonologique, tandis que les autres gestes sont sujets à une plus grande variabilité.

Au-delà des effets sur la précision de l'articulation des sons, la variation de la vitesse d'élocution consiste en une réorganisation temporelle des pauses (Grosjean & Deschamps, 1972).

En effet, la durée et la fréquence des pauses sont sensibles aux changements de vitesse d'élocution (Grosjean & Collins, 1979). L'augmentation de la vitesse d'élocution entraine une réduction du nombre de pauses et de leur durée. En outre, il est intéressant de constater que (la quasi-totalité) des pauses non respiratoires disparaissent tandis que le débit de parole croît, ce phénomène ayant également été observé par Weston (2019) avec l'augmentation d'un effort physique lors de la phonation. Par ailleurs, les résultats de Grosjean & Collins (1979) indiquent que, lorsque le débit de parole accélère, les pauses respiratoires ne sont plus nécessairement réalisées dès que cela est prévu par la syntaxe. Cette modification de configuration suggère qu'en vitesse rapide, le besoin physiologique de reprise d'air détermine la distribution des pauses.

La répartition des syllabes au sein des groupes de souffle est affectée par la réorganisation des pauses. Si en vitesse d'élocution rapide, le locuteur produit plus de syllabes dans un groupe respiratoire qu'en vitesse normale (Grosjean & Collins, 1979), le phénomène inverse est observé lorsque le débit de parole est ralenti : le nombre de syllabes par groupe est inférieur au nombre de syllabes en vitesse normale (Rochet-Capellan & Fuchs, 2013).

Les résultats présentés par Rochet-Capellan et Fuchs (2013) laissent à penser que la vitesse d'élocution pourrait également avoir un impact sur la réalisation des mouvements inspiratoires. En effet, l'amplitude de la prise de souffle serait plus élevée en vitesse d'élocution lente qu'en vitesse rapide.

L'ensemble de ces travaux montre que la vitesse d'élocution conditionne l'organisation spatiotemporelle de la parole, tant sur le plan de l'articulation des sons que sur celui de la distribution des pauses et groupes de souffle.

1.3 Perturbations de la respiration et de la parole conséquentes à la maladie de Parkinson

La maladie de Parkinson est une pathologie neurodégénérative affectant les facultés motrices, se caractérisant notamment par un ralentissement des gestes, par la rigidité des membres et du corps ou encore par la difficulté à initier des mouvements. Ces dégénérescences ont des conséquences directes sur la production de la parole, tant en raison de la diminution des capacités respiratoires, conséquente à la faiblesse des muscles inspiratoires et expiratoires (Huber & Darling, 2011) et à l'installation de la rigidité de la paroi thoracique (Solomon & Hixon, 1993), que de la difficulté éprouvée à l'articulation des sons. Au-delà des perturbations aérodynamiques engendrées, l'articulation des sons est, elle aussi, affectée en raison de la déficience musculaire.

La gestion respiratoire en parole est affectée par la maladie de Parkinson. En premier lieu, les cycles respiratoires sont réduits (Solomon & Hixon, 1993). Cependant, la durée de l'inspiration ne varie pas de manière significative entre les patients souffrant de la maladie de Parkinson et les locuteurs de contrôle : la diminution des cycles touche exclusivement la phase expiratoire. Par ailleurs, il ressort de différentes études que la durée des phrases est considérablement réduites chez les locuteurs atteints de la maladie de Parkinson (Bunton, 2005 ; Hammen & Yorkston, 1996 ; Huber & Darling, 2011 ; Ludlow et *al.*, 1987). Cependant, cette affirmation est plus nuancée par Bunton (2005), celle-ci ayant observé des patterns similaires à ceux des locuteurs de contrôle chez certains patients. En second lieu, la gestion des volumes respiratoires est altérée à différents degrés chez les locuteurs avec la maladie de Parkinson. Si certains patients présentaient des patterns similaires à ceux des locuteurs de contrôle, en adaptant les volumes pulmonaires à la variation de longueur du groupe de souffle à venir, d'autres initiaient la parole à des volumes pulmonaires relativement bas et terminaient l'énoncé à des valeurs en-dessous du volume courant, puisant ainsi dans le volume expiratoire de réserve (Bunton, 2005). Les besoins aérodynamiques n'étant pas anticipés par les locuteurs lors de l'inspiration, ils pallient le manque d'air par un recours au volume expiratoire de réserve.

Par ailleurs, les résultats de Solomon et Hixon (1993) montrent une réduction de l'efficacité thoracique par rapport à l'abdomen. En effet, les patients atteints de la maladie de Parkinson présentent des volumes abdominaux initiaux plus importants tandis que les volumes thoraciques sont plus faibles, sans doute en raison de la rigidité gagnant la cage thoracique.

La mauvaise gestion de prise de souffle, couplée aux difficultés respiratoires dues à la maladie, se répercutent sur l'organisation temporelle de la parole (Duez, 2005).

La distribution des pauses, notamment celle des pauses respiratoires, est directement affectée par l'organisation de la respiration. Si la majorité des pauses est en adéquation avec les règles linguistiques de la langue, les personnes atteintes de la maladie de Parkinson réalisent un plus grand nombre de pauses non syntaxiques (Duez, 2005 ; Hammen & Yorkston, 1996 ; Huber & Darling, 2011), altérant ainsi la fluidité de la parole (Skodda, 2011). Duez (2005), dans son étude sur l'organisation temporelle de la parole notamment sur la structure pausale, relève un certain nombre de pauses silencieuses non syntaxiques interrompant la fluidité du mot et du syntagme, associé à une disfluence. Ces interruptions interviendraient après une erreur de la part du patient qui, ayant conscience de ne pas avoir atteint la cible phonique attendue, tente de corriger l'erreur de façon à produire une séquence viable. En outre, il est intéressant de soulever le fait que le nombre de pauses respiratoires en inadéquation avec la structure syntaxique est également plus élevé chez les locuteurs atteints de la maladie de Parkinson. La principale raison de ce réarrangement des pauses est la réduction de l'efficacité respiratoire, les poussant à reprendre leur souffle plus régulièrement. Huber et *al.* (2012) mettent également en cause la diminution des capacités cognitives, et par conséquent, la capacité à planifier les pauses en fonction de la structure syntaxique des énoncés, pour expliquer cette réorganisation des pauses. Ils justifient cette hypothèse par l'augmentation du nombre de répétitions produites par les locuteurs de leur étude par rapport aux locuteurs témoins, traduisant un déficit des capacités langagières. Selon eux, la combinaison de changements respiratoires et cognitifs serait responsable de l'inadéquation de la planification des pauses avec la structure linguistique des énoncés. Pour Martínez-Sánchez et *al.* (2016), les disfluences, présentes en grand nombre chez les patients atteints de la maladie de Parkinson, relèvent de difficultés motrices affectant le fonctionnement du système de production de la parole.

La maladie de Parkinson est donc à l'origine de modifications temporelles de la parole qui se manifestent également par la variation de la vitesse d'élocution. Les chercheurs ayant menés des études sur le sujet n'ont pas trouvé de consensus sur la vitesse caractéristique aux patients atteints de la maladie de Parkinson. Des études ont ainsi montré que la vitesse d'élocution est plus lente chez les sujets malades. Selon Duez (2005), la lenteur de la vitesse d'élocution est conséquente à un allongement du temps de pause ainsi qu'à une durée de pause moyenne plus élevée. La réduction de la vitesse d'élocution pourrait être liée à l'avancée de la maladie. En effet, Skodda (2011) observe un déclin de la vitesse d'élocution et d'articulation à un stade avancé de l'évolution de la maladie. Toutefois, Ludlow et *al.* (1987) ont montré que le ralentissement de la vitesse d'élocution pouvait être utilisé comme une stratégie compensatoire efficace par ces mêmes patients de façon à produire un temps de parole plus long et à augmenter le nombre de pauses syntaxiques.

À l'inverse des résultats de ces études, Weismer (1984) relève une augmentation de la vitesse d'élocution chez les patients atteints de la maladie de Parkinson. Il explique cette élévation de la vitesse par la disparition de frontières claires entre les sons : cela traduit une inaptitude à aller au bout du mouvement articulatoire, entrainant une transition plus rapide entre les sons, ce qui serait à l'origine de l'accélération de la vitesse d'élocution. Selon Martinez-Sanchez et *al.* (2016), l'augmentation de la vitesse d'élocution résulte d'un mécanisme compensatoire involontaire, mis en place dans des circonstances particulières. Canter (1963) & Duez (2005) observent une grande variabilité de la vitesse d'élocution parmi les sujets de leur étude. En effet, tandis que certains parlent à une vitesse rapide, d'autres emploient une vitesse lente et d'autres produisent des productions à un rythme similaire à celui de locuteurs de contrôle.

Les résultats non concordants pourraient résulter des tâches de parole mises en place dans le cadre des études (Ho et *al.*, 1998 ; Martínez-Sánchez et *al.*, 2016) mais également de la variabilité entre les locuteurs (Ho et *al.*, 1998). La différence de l'avancée de la maladie pourrait être en cause.

Les patients atteints de la maladie de Parkinson présentent une pression intraorale plus faible que les locuteurs de contrôle (Sarr et *al.*, 2009). Les résultats exposés par Solomon et Hixon (1993) montrent que, si la pression intraorale est plus faible, il n'y a pas de différence significative au

niveau de la pression trachéale : cela signifie que la perte de pression s'effectue au-dessus de la trachée. En outre, ils ont constaté que chez certains patients, la perte de pression intraorale pouvait s'accompagner d'une hypernasalité. Bien que cette dernière ne soit pas la caractéristique la plus présente, elle reflète un déficit de fermeture du sphincter vélo-pharyngé. Comme nous le verrons dans la prochaine partie, consacrée aux fentes labio-palatines, l'absence de fermeture vélo-pharyngée engendre une diminution importante de pression intraorale, altérant la qualité de certains sons.

En résumé, l'étude de quelques perturbations démontre la forte interaction entre la respiration et la production de la parole. La modification du rythme respiratoire a une incidence sur l'organisation spatio-temporelle de la parole, comme on a pu le voir, par exemple, avec l'essoufflement, et vice versa. Les locuteurs ont ainsi mis en place des stratégies compensatoires sous différents aspects : la redistribution des pauses respiratoires et silencieuses, la modification des lieux de pauses respiratoires par rapport aux patterns généralement attestés, l'adaptation des volumes pulmonaires, etc. En outre, la variation de la vitesse d'élocution, considérée comme un perturbateur naturel de la parole, suscite une réorganisation spatiotemporelle des éléments qui la constituent à plusieurs niveaux : groupe respiratoire, pauses et articulation des sons. Toutefois, comme l'ont montré plusieurs études, la vitesse d'élocution peut être exploitée par le locuteur comme un mécanisme compensatoire en cas de difficultés respiratoires, de façon à produire autant d'information que possible dans un même groupe de souffle.

2. Respiration et parole dans le cas des fentes labio-palatines

2.1 Fentes labio-palatines : définitions et description des troubles associés

2.1.1 Classification des fentes

De nombreuses classifications des fentes ont vu le jour, permettant de rendre compte des diverses formes que peuvent prendre les fentes palatines. Dans le cadre de notre étude, nous

choisissons de nous restreindre à la classification des fentes de Veau (1931). Elle permet de distinguer 4 types de fentes :

- Les fentes vélaires : la division affecte le voile du palais. Elle peut se limiter à une luette bifide, ou s'étendre jusqu'à la jonction avec le palais dur.
- Les fentes palatines totales : la division s'étend du voile du palais jusqu'à la partie antérieure du palais osseux.
- Les fentes labio-palatines unilatérales : elle s'étend de la lèvre supérieure et la totalité du palais. Elle peut affecter le côté droit ou le côté gauche de la lèvre.
- Les fentes labio-palatines bilatérales : elle résulte de l'atteinte des deux côtés de la lèvre supérieure, et de la division de la totalité du palais.

À ce classement doivent être ajoutées les fentes sous-muqueuses. Elle résulte d'une discontinuité fibromusculaire au niveau du voile du palais. Elle est souvent associée à une luette bifide. Néanmoins, en l'absence de luette bifide, elle peut être particulièrement difficile à détecter, la muqueuse du voile du palais étant intacte.

Selon Montoya y Martinez & Baylon-Campillo (1996), elle est responsable de 6 % des cas d'incompétence vélo-pharyngée chez les enfants.

2.1.2 Troubles associés

Malgré des techniques chirurgicales sophistiquées et efficaces, des séquelles peuvent persister après les traitements chirurgicaux. Ces séquelles ont des conséquences sur la production de la parole, la respiration, l'alimentation. Il s'agit, ici, de présenter deux troubles ayant des conséquences importantes sur la gestion des flux aérodynamiques en parole, à savoir, l'insuffisance vélo-pharyngée et les fistules oro-nasales.

2.1.2.a. Insuffisance vélo-pharyngée

Selon Lermoyez (1892, rapporté par Montoya y Martinez & Baylon-Campillo, 1996 : 13), l'insuffisance vélo-pharyngée constitue un « *défaut d'adaptation anatomico-fonctionnelle entre le voile du palais et le pharynx en cours de phonation* ». Conessa et *al.* (2005) la définissent comme « *toute insuffisance du voile à remplir sa fonction, c'est-à-dire à fermer, en se relevant, l'espace rhino-pharyngé* » (250). En d'autres termes, il s'agit de l'incapacité du voile du palais à produire une fermeture adéquate du port vélo-pharyngé, lors de la phonation, donnant ainsi un accès vers les fosses nasales, et ce, malgré une reconstruction palatine satisfaisante.

L'insuffisance vélo-pharyngée a des conséquences sur la voix et sur la production de la parole. Ces troubles peuvent être conséquents au défaut de mobilité vélo-pharyngée, ou résulter de mécanismes compensatoires (Borel-Maisonny, 1975).

Le nasonnement (ou hypernasalité) est une conséquence courante des insuffisances vélo-pharyngées. Il se manifeste par une aggravation du timbre de la voix. Selon McWillams et *al.* (1984), les voyelles [i] [y] et [u] sont les plus affectées par le nasonnement. Il ajoute que le contexte phonétique a un impact sur l'importance du nasonnement : le nasonnement semble être plus présent chez les voyelles avoisinantes des fricatives ou de consonnes sonores.

Le nasillement se caractérise par une sensation de timbre nasal plus aigu. Il résulte d'une tentative de compensation de la réduction de la déperdition nasale par une contraction élevée du larynx et pharynx (Conessa et *al.*, 2005).

L'une des conséquences notables de l'insuffisance vélo-pharyngée est la déperdition nasale. Elle est caractérisée par une fuite nasale durant la phonation. Peu audible, son diagnostic nécessite l'usage d'un miroir placé sous le nez. La présence de buée sur le miroir lors de la production de sons oraux confirme le diagnostic de la déperdition. La perte d'air par les fosses nasales affecte la production des consonnes, en raison de la baisse de pression intraorale qu'elle engendre. Elle peut être occasionnelle ou constante.

Les insuffisances vélo-pharyngées conduisent également à des troubles articulatoires, généralement conséquents à des tentatives de compensation pour atteindre les « cibles » articulatoires. Certaines consistent en un changement de lieux d'articulation (Trost, 1981 ; Warren et *al.*, 1992 ; Gibbon & Crampin, 2001 ; 2002 ; Bechet, 2011 ; Bechet et *al*, 2012), tandis que d'autres consistent à remplacer une consonne par un bruit surajouté.

Dans le premier cas, le lieu d'articulation peut être modifié en raison soit de la réduction de la zone d'articulation palatine, soit pour des raisons aérodynamiques. Si le mode articulatoire est généralement conservé, le lieu d'articulation est modifié, conduisant à des erreurs articulatoires. Les plus courants sont les fricatives pharyngales et les occlusives glottales.

Trost (1981) met également au jour l'existence d'autres articulations articulatoires :

- La middo-dorso-palatale : elle résulte du contact du dos de la langue avec la voûte palatine. Elle compense généralement les vélaires [t] [d] et les palatales [k] [g] ;

- L'occlusive pharyngale : réalisée par le contact vélo-pharyngal, elle est utilisée en compensation du [k] et du [g]

Dans les cas les plus extrêmes, lorsque la réalisation de la consonne est impossible, les locuteurs atteints de malformations palatines substituent les occlusives par des coups de glotte, et les fricatives par un souffle rauque, résultat d'une forte constriction du larynx et du pharynx, altérant sévèrement l'intelligibilité de la parole.

En tenant compte des différents troubles de la phonation, Borel-Maisonny (1975) a mis en place une classification des différents types de phonation (tableau 1).

Tableau 1. Classification de la phonation proposée par Borel-Maisonny (1975)

Type de phonation		Déperdition	Caractéristiques	Intelligibilité
Phonation I		Aucune	Phonation normale	Correcte
Phonation II	**II- B (bonne)**	Légère	Léger nasonnement Quelques phonèmes altérés	Correcte
	II – M (mauvaise)	Constante	Nasonnement sévère Altération des voyelles et consonnes	Perturbée
Phonation III		Sévère	Sévère altération des consonnes : compensation par coups de glotte, souffle nasal, souffle rauque	Extrêmement perturbée

2.1.2.b. Fistules

Les fistules palatines résultent d'un défaut de cicatrisation du palais. Elles constituent un espace permettant la communication entre les cavités orale et nasale. Les fistules sont le plus souvent localisées soit au niveau de la jonction du palais dur et du palais mou, soit au niveau de la jonction entre le palais primaire et le palais secondaire (Woisard et *al.*, 2013).

La présence de fistules affecte l'alimentation, mais aussi la phonation. La communication entre les cavités orale et nasale est responsable d'une fuite d'air continue, difficile à combler, engendrant une perte de pression intraorale. Elle peut se manifester également par un nasonnement durant la phonation. L'importance des troubles phonatoires varie selon la taille et la localisation des fistules. Les fistules situées sur la partie antérieure du palais sont susceptibles de conduire davantage à des troubles articulatoires, tandis que les fuites postérieures sont plus propices à l'aggravation de

la déperdition nasale pour certains phonèmes (Montoya y Martinez & Baylon-Campillo, 1996). Si l'étude de Karling et *al.* (1993) confirme l'impact de la taille de la fistule sur la parole, aucun effet de la localisation de la fistule n'est observé sur l'importance des troubles. Copeland (1990) rend compte de l'impact de la fistule selon sa taille, sur le pourcentage de cas de phonation correcte (tableau 2).

Tableau 2. Pourcentage de cas de phonation correcte en fonction de la taille de la fistule (Copeland, 1990), d'après Montoya y Martinez et Baylon-Campillo (1996)

Œuvre protégée

L'importance de la fistule a donc un impact sur l'atteinte des « cibles », les plus grandes pouvant affecter la réalisation des consonnes. En ce qui concerne les fistules les plus petites, il convient de préciser que s'il y a bien une fuite nasale durant la production des sons, la fuite n'est pas suffisante pour porter atteinte à la réalisation des consonnes. Selon Shelton & Blank (1984), la légère perte de pression peut être facilement compensée par une augmentation des volumes pulmonaires mobilisés.

Le traitement chirurgical des fistules permet de réduire considérablement la déperdition nasale, et par conséquent, le nasonnement (Bureau et *al.*, 2001). Néanmoins, ils ne relèvent pas d'amélioration au niveau de l'articulation.

2.2 Gestion de la pression intraorale chez les locuteurs porteurs de fentes palatines

Les fentes palatines, ainsi que l'insuffisance vélo-pharyngée, affectent la pression intraorale nécessaire à l'émergence des sons. Avant de rendre compte de la gestion des pressions supra-glottiques et des réajustements opérés en vue d'atteindre la « cible », il convient de revenir sur certains aspects de la pression intraorale en parole non pathologique.

2.2.1 Gestion de la pression intraorale

La respiration fournit la source d'énergie nécessaire à l'émergence des sons. La production de la parole consiste en une variation de pressions au sein du tractus vocal. La répartition des pressions à travers le conduit vocal est variable selon les configurations articulatoires propres à chaque son, que ce soit au niveau sous-glottique ou au niveau supra-glottique.

Dans le cadre de cette étude, nous nous intéresserons principalement à la gestion de la pression intraorale, celle-ci étant principalement affectée par les fentes palatines et labio-palatines. La réduction de la pression intraorale est compensée par diverses stratégies respiratoires (comme nous le verrons en *infra*) et articulatoires, telles que des coups de glotte ou de la fricative pharyngale.

La pression intraorale varie selon le voisement des sons articulés (Arkebauer et *al.*, 1967 ; Bernthal & Beukelman, 1978 ; Di Cristo & Teston, 1979 ; Klatt et *al.*, 1968 ; Stathopoulos, 1986 ; Subtelny et *al.*, 1966). En effet, la pression intraorale est plus élevée lors de la production de consonnes non voisées que voisées. Klatt et *al.* (1968) indiquent que la pression intraorale dépend de la résistance ou des résistances à l'écoulement de l'air à travers le conduit vocal. La baisse de la pression intraorale lors de la production de voisée est conséquente à la résistance glottique, due au rapprochement des plis vocaux pour permettre la mise en vibration de l'air. Pour Stathopoulos (1986), d'autres facteurs, tels que le sexe ou l'âge des locuteurs, interviendraient également sur la pression intraorale.

Le mode articulatoire a également une incidence sur la pression intraorale. Selon Arkebauer et *al.* (1967), la pression intraorale est plus importante pour les plosives non voisées que pour les fricatives non voisées, cela pouvant s'expliquer par un écoulement d'air continu, malgré la constriction. Toutefois, ils observent le phénomène inverse en ce qui concerne les voisées. Ces données sont confirmées par Di Cristo et Teston (1979) : les pressions intraorales des fricatives voisées sont supérieures à celles des occlusives voisées. Ils émettent l'hypothèse que la durée de production plus longue des consonnes fricatives serait à l'origine de l'augmentation de la pression intraorale.

En ce qui concerne les consonnes non voisées, plusieurs études montrent des résultats contradictoires. Comme mentionné précédemment, Arkebauer et *al.* (1967), les plosives sont caractérisées par une hausse de la pression intraorale, en comparaison aux fricatives. Néanmoins, Subtelny et *al.* (1966), puis Warren & Wood (1969) n'observent pas de différences significatives entre les pressions intraorales associées aux fricatives et aux plosives.

Les pressions varient également selon l'âge des locuteurs, bien que le sujet soit encore l'objet de débat. Certaines études indiquent que la pression intraorale serait plus élevée chez les enfants serait plus élevée chez les adultes que chez les enfants (Arkebauer et *al.*, 1967). D'autres études démontrent le contraire. En effet, selon Subtelny et *al.* (1966), ou encore Susser (1980, rapporté par Stathopoulos & Weismer, 1985), les enfants produisent des sons avec une pression intraorale supérieure à celle des adultes. Plusieurs explications sont fournies quant aux différences observées. Selon Berthal & Benkelman, la variation des conclusions pourrait être induite par la diversité des méthodologies observées. En effet, dans le cadre de l'étude d'Arkebauer et *al.* (1967), il était demandé aux enfants et aux adultes de produire les mêmes phrases, mais avec une contrainte supplémentaire pour les adultes : ils avaient pour consignes de produire des phrases à des niveaux d'intensité variables, ce qui n'était pas le cas des enfants. Cette explication est confortée par l'étude de Stathopoulos (1986). Les données de cette étude révèlent que les enfants produisent des pics de pression intraorale similaires à ceux des adultes lorsqu'ils parlent à un même niveau d'intensité sonore. Elle précise également l'existence d'une relation systématique entre la pression intraorale et l'intensité, tant chez l'adulte que chez l'enfant. Par ailleurs, Susser (1980) suggère que la pression est susceptible d'être naturellement plus élevée chez les enfants que chez les adultes, car le niveau d'intensité sonore l'est également.

La variation des flux aérodynamiques est en partie conditionnée par la résistance du conduit vocal, mais aussi par la force expiratoire. Ohala (1990) souligne le lien étroit entre la gestion du volume pulmonaire et les débits d'air supra-glottiques.

Les consonnes non voisées semblent avoir un effet significatif sur la diminution des volumes pulmonaires, contrairement aux consonnes voisées. Ohala et *al.* (1980) constatent une diminution

importante et rapide du volume pulmonaire lorsque le débit d'air est plus important, c'est-à-dire durant la production des fricatives, suggérant que les fricatives suscitent une dépense d'air plus importante. Selon Warren & Wood (1969), les plosives et les fricatives non voisées nécessitent le même volume respiratoire. Ils expliquent cette similarité par le temps de réalisation plus long des fricatives, par rapport aux plosives. Ainsi, la pression intraorale dépendrait du débit du volume pulmonaire, mais également de la durée de production du son.

L'effet du voisement de la consonne sur les volumes pulmonaires semble se confirmer par des études plus récentes, notamment celle de Fuchs et *al.* (2015). Selon leurs données, des énoncés comprenant un nombre élevé de consonnes « obstruentes » non voisées entrainent une compression plus importante de la cage thoracique. Ces auteurs indiquent également que la variation de la compression thoracique n'affecte pas la déclinaison de f0. Cela tend à indiquer que les locuteurs parviennent à mettre en place des mécanismes compensatoires permettant de réguler la déclinaison de f0, malgré les fortes pressions d'air. Par ailleurs, Russell et Stathopoulos (1988) démontent que, chez l'enfant, la gestion de la capacité respiratoire dépend essentiellement de la demande articulatoire. En effet, la contribution pulmonaire par rapport à la capacité vitale reste stable malgré l'augmentation de l'intensité sonore. L'augmentation des volumes pulmonaires mobilisés n'est constatée que lors de la production de phrases contenant un nombre important de consonnes obstruentes non voisées.

Au regard de ces travaux, il apparait que la pression intraorale varie selon la ou les résistances opérées à travers le conduit vocal.

Ces résistances peuvent être d'origine laryngée, provoquées par le rapprochement des plis vocaux dans le cas des consonnes voisées et/ou d'origine articulatoire par la réalisation d'une occlusion ou d'une constriction du conduit vocal.

Le voisement, et le mode articulatoire, dans une certaine mesure, ont un impact sur la gestion des flux aérodynamiques, contraignant la contribution pulmonaire. Compte tenu de la

relation étroite entre le niveau respiratoire pulmonaire, et la gestion des flux supra-glottiques, la perte de pression intraorale induite par les fentes palatines pourrait être compensée par les volumes respiratoires. Cette question fera l'objet de la prochaine sous-partie.

2.2.2 La gestion des flux aérodynamiques chez les locuteurs porteurs de fentes palatines : conséquences et stratégies compensatoires

Dalston et *al.* (1990) ont étudié les variations de pressions nasales et orales lors de la production du mot « hamper » chez des locuteurs porteurs de fentes palatines présentant une fermeture vélo-pharyngée adéquate. La fermeture vélo-pharyngée a été jugée adéquate chez les locuteurs dont l'aire vélo-pharyngée était inférieure à 0,049 cm^2 durant la production du /p/dans le mot « hamper » (Hairfield et *al.*, 1987; Warren et *al.*, 1989 Warren, 1990 ; Dalston & Seaver, 1992;). Les résultats révèlent une réponse anticipée de l'articulation du/p/. Cette réponse anticipée s'est manifestée par une diminution de la pression nasale lors de la réalisation du/m/, mais aussi par la réalisation avancée du pic de pression intraorale par rapport au groupe de contrôle. Ainsi, les locuteurs porteurs de fentes palatines ont débuté l'élévation du voile du palais afin de garantir l'efficacité de la fermeture lors de la réalisation du/p/, au détriment de la qualité du/m/. Selon Dalston et *al.* (1990), la réponse anticipatoire aurait pu être associée à une baisse des volumes respiratoires mobilisés, ce qui aurait entrainé une diminution du débit d'air nasal, ainsi qu'une diminution de la pression intraorale. Warren & Mackler (1968) constatent également un allongement de la constriction du tractus vocal chez les locuteurs atteints d'une division palatine, bien que la fonction vélo-pharyngée soit adéquate, en comparaison avec les locuteurs témoins et ceux dont la fonction vélo-pharyngée est déficiente. Ils émettent l'hypothèse que l'augmentation de la durée de la consonne favoriserait son émergence et sa perception par l'auditeur.

Des travaux ont montré que la respiration pouvait être mobilisée comme mécanisme de compensation face à la diminution de la pression intraorale conséquente à l'insuffisance vélo-pharyngée. Il s'avère que la réponse respiratoire fournie dépend du degré d'inadéquation de la fermeture vélo-pharyngée et de la résistance des voies aériennes nasales.

Il est reconnu que l'insuffisance vélo-pharyngée affecte la production de la pression intraorale nécessaire à l'émergence des consonnes, et son maintien à un niveau suffisant tout au long de sa production (Laine et *al.*, 1988 ; 1989 ; Minsley et *al.*, 1987 ; Warren et *al.*, 1992). Par ailleurs, plus l'insuffisance est sévère, plus la perte de pression intraorale est importante. Néanmoins, il apparait que les pressions générées pour la production des sons sont majoritairement élevées, et ce, malgré une fonctionnalité vélo-pharyngée inadéquate (Laine et *al.*, 1988). Cela indique que les locuteurs présentant une insuffisance vélo-pharyngée mettent en œuvre des stratégies compensatoires afin de produire les pressions suffisantes à l'émergence des sons.

Selon les résultats de l'étude de Laine et *al.* (1988), malgré la diminution de la pression intraorale et l'augmentation de la pression nasale, la somme de ces deux pressions est similaire pour les locuteurs présentant une insuffisance vélo-pharyngée et les locuteurs témoins. Les auteurs observent également une augmentation importante du débit d'air en fonction de la sévérité du degré d'inadéquation vélo-pharyngée. Malgré la perte de pression intraorale imputable à la déficience du voile du palais, les locuteurs parviennent à produire des pressions satisfaisantes grâce à une augmentation du débit respiratoire, combinée à une élévation de la résistance nasale, caractéristiques des locuteurs porteurs de fentes (Warren et *al.*, 1969). Cette résistance résulte de la réduction de la taille des voies aériennes nasales en raison de déformations des fosses nasales ou d'un déficit du développement maxillaire. Selon Minsley et *al.* (1987), les défauts vélo-pharyngés engendrent une augmentation de l'effort respiratoire lors de la production de consonnes orales. L'augmentation des flux d'air mobilisé permet de maintenir des pressions intraorales à un niveau suffisant pour l'émergence de la consonne. L'étude de Minsley et *al.* (1987) révèle que la réparation des structures concernées permet de maintenir des pressions à un niveau satisfaisant sans avoir à fournir d'effort respiratoire particulier. Pour Warren et *al.* (1989), l'augmentation du débit d'air et la réduction de la durée de la consonne permettraient de limiter la chute des pressions lorsque la résistance vélaire s'amoindrit.

S'il s'avère que la plupart des locuteurs porteurs de fentes palatines parviennent à produire et maintenir des pressions à un niveau adéquat, à savoir 3 cmH2O, et ce, malgré une insuffisance vélo-pharyngée, certains n'y parviennent pas. Warren et *al.* (1990) ont tenté d'identifier les raisons pour lesquelles les tentatives de maintien de pression à un niveau suffisant échouaient. Selon leurs

données, le facteur le plus significatif pouvant expliquer de telles différences est l'importance de la résistance nasale et vélaire, corroborant les conclusions de Laine et *al.* (1989).

Les études mentionnées précédemment trouvent consensus quant à la contribution de la respiration et de la résistance nasale en compensation de la perte de pression intraorale, conséquente à une insuffisance vélo-pharyngée. Ainsi, les mécanismes compensatoires liés aux fentes palatines sont déployés à des fins de régulation des pressions nécessaires à l'émergence des consonnes (Warren, 1986). Il apparait que le degré d'inadéquation vélo-pharyngée conditionne la réponse respiratoire, le débit d'air étant considérablement plus élevé lorsque le dysfonctionnement vélo-pharyngé est sévère (Laine et *al.*, 1989). Toutefois, le choix des stratégies compensatoires déployées semble également dépendre de la résistance nasale (Warren et *al.*, 1992). Il convient de préciser que ces conclusions sont nuancées par les données de Mayo et *al.* (1998). En effet, le contexte phonétique semble également avoir une incidence sur le comportement compensatoire déployé. Leur étude a montré que la production de [p] en position intervocalique, est effectivement accompagnée d'une baisse de la pression intraorale, ainsi qu'une augmentation de la pression nasale, mais la différence entre les locuteurs témoins et ceux souffrant d'une insuffisance vélo-pharyngée n'est plus significative. Par ailleurs, la durée de l'impulsion aérodynamique est la même entre les deux groupes. De ce fait, il semblerait que la transition entre une consonne nasale et une consonne orale, dont le trait d'opposition repose sur la position du voile du palais, nécessite la mise en place de stratégies particulières, qui ne sont pas forcément déployées dans un contexte de production de sons oraux successifs.

Selon Warren et *al.* (1992), une haute résistance nasale, qui pose problème lors de la respiration, poussant le locuteur à adopter une respiration buccale (Hairfield et *al.*, 1987), va être optimisée lors de la phonation, en association avec une augmentation des volumes pulmonaires. Ainsi, l'élévation de la contribution respiratoire, couplée à la haute résistance nasale, permettra de produire et maintenir les pressions suffisantes pour la production de la consonne souhaitée. Néanmoins, cette stratégie comporte une limite quant à l'impact sur la qualité vocale. En effet, la

mobilisation d'un plus grand volume respiratoire engendre une élévation des pressions supra-glottiques, et par conséquent de l'émission nasale (Warren, 1987), perceptible par l'auditeur. Ainsi, l'augmentation des volumes pulmonaires aura pour effet d'accroitre les turbulences nasales, quitte à nuire à la qualité vocale. La compensation respiratoire permet de répondre aux besoins aérodynamiques, tout en prenant le risque de détériorer la qualité vocale.

Dans le cas où la résistance nasale est faible, les locuteurs porteurs de fentes palatines privilégieraient les réajustements articulatoires permettant de produire une résistance des voies aériennes à un autre endroit du conduit vocal (Warren et *al*, 1992). Les principaux changements cités et engendrés au niveau articulatoire sont le coup de glotte, la fricative pharyngale ou encore un haut maintien de la langue.

Les fistules, caractérisées par un accès permanent entre les cavités orale et nasales, engendrent une diminution de la pression intraorale. Néanmoins, seules les fistules d'une taille importante, c'est-à-dire supérieure à 2 mm^2 (Copeland, 1990), engendreraient une perte de pression intraorale suffisamment élevée pour nuire à la production des consonnes occlusives et fricatives (Copeland, 1990 ; Shelton & Blank, 1984). Selon Shelton & Blank (1984), les petites fistules ne portent pas atteinte au maintien des pressions à un niveau suffisant pour l'émergence des sons. S'il y a bien une fuite nasale conséquente au passage oro-nasal conféré par la fistule, elle est facilement compensée par une augmentation de l'effort respiratoire.

Deuxième partie

Méthodologie

Chapitre IV. Protocole expérimental

Cette partie est dédiée au protocole expérimental mis en œuvre pour notre étude. Le recueil des données a nécessité une rigueur particulière et une méthodologie minutieuse que nous décrirons soigneusement dans ce qui suit.

1. Conditions d'enregistrement

L'étude que nous présentons a été rendue possible grâce à la collaboration avec le service de chirurgie infantile des hôpitaux universitaires de Strasbourg. Ce service assure le traitement et un suivi pluridisciplinaire régulier d'enfants présentant des malformations faciales.

Les enfants porteurs de fente palatine ont été enregistrés au sein du service de chirurgie infantile de l'hôpital de Hautepierre, dans un bureau calme, mis à notre disposition pour cette occasion. Les passations se sont intégrées dans la boucle des consultations de suivi pluridisciplinaires, réunissant une orthophoniste, un oto-rhino-laryngologue, un orthodontiste et deux chirurgiennes, et réalisées de façon périodique, les trois premiers lundis après-midi de chaque mois. En fonction de l'enchainement des rendez-vous et du temps d'attente entre chacun, nous procédions aux enregistrements soit entre deux consultations, soit à la fin de celles-ci.

Ces conditions d'enregistrement n'étaient pas optimales pour garantir l'attention et la concentration des enfants, en raison de la succession de nombreuses entrevues médicales et de l'attente relativement longue. Cependant, malgré la fatigue, la majorité des participants a manifesté beaucoup d'enthousiasme et d'entrain lors des passations, cela pouvant s'expliquer par le caractère ludique et original des activités proposées, ainsi que par un certain attrait pour le microphone. Seuls deux locuteurs ont souhaité interrompre les enregistrements avant la fin.

Nous avons également pu compter sur la collaboration avec l'école primaire de Sarraltroff (Lorraine) afin de recueillir des données auprès de locuteurs de contrôle, appariés en âge. Ce partenariat a été mis en place avec l'accord de l'inspecteur départemental de Sarrebourg Nord, après avoir pris connaissance du projet et des modalités des enregistrements. Les passations ont été effectuées dans un bureau calme et isolé. Les premiers locuteurs de contrôle ont été enregistrés dans la chambre insonorisée de l'Institut de Phonétique de Strasbourg, Université de Strasbourg.

Afin de respecter la vie privée des participants et la confidentialité des données, un numéro d'anonymat a été attribué de manière aléatoire aux enregistrements par une personne extérieure aux sessions d'enregistrement et membre du laboratoire. Ainsi, le recueil des données et leur anonymisation ont été réalisés par deux personnes différentes. Une table de correspondance est toutefois conservée de façon à pouvoir supprimer toutes les données relatives à un participant, au cas où ce dernier manifesterait sa volonté de se retirer de l'étude. Le modèle de cette table est consultable en annexe (*cf* Annexe 4).

Par ce procédé, la publication des résultats ne compromet d'aucune sorte la vie privée des participants.

Les tuteurs légaux des participants ont été informés en amont, par courrier, du déroulement des enregistrements et des modalités concernant le traitement des données (*cf.* Annexe 1). Ce document présente l'objectif de notre étude de manière générale et compréhensible. Ajoutons qu'il spécifie le caractère confidentiel des enregistrements et le droit de se retirer de l'expérience à tout instant, et cela, sans apporter de justification.

Avant tout enregistrement, les tuteurs légaux ont signé un formulaire de consentement éclairé (*cf.* Annexe 2), stipulant que la participation de leur enfant à cette étude reposait sur la base du volontariat et qu'ils ont été clairement informés du déroulement de l'étude. Par ce formulaire, ils autorisent la participation de leur enfant à l'étude ainsi que l'exploitation des données recueillies dans le cadre strict de cette recherche doctorale. Une version simplifiée de ce document a été

remplie par l'enfant. Il a également été précisé que les informations personnelles collectées dans le cadre de l'étude ne sont utilisées qu'à des fins scientifiques, afin de déterminer les éventuelles variables pouvant affecter les résultats obtenus.

Toutes les données collectées et anonymisées sont conservées, au format numérique d'une part, dans un fichier spécifiquement dédié sur le serveur *Seafile* de l'Université de Strasbourg, protégé par un mot de passe et, d'autre part, sur un disque dur externe stocké dans une armoire fermée à clé à l'Institut de Phonétique de Strasbourg. Tous les documents papiers, à savoir les formulaires de consentement éclairé, les notices d'informations, ainsi que la table de correspondance, sont également conservés dans cette armoire sécurisée.

La partie expérimentale de notre travail a été marquée par un contexte sanitaire particulier, lié à la pandémie mondiale de la Covid-19. Cette situation exceptionnelle a nécessité l'adaptation de notre protocole de recherche, que nous détaillerons ci-dessous (*cf.* section IV.3 de ce chapitre). Les différentes restrictions sanitaires prises par le gouvernement pour endiguer la pandémie ont fortement impacté la progression de nos enregistrements, tout en y ajoutant des contraintes supplémentaires.

2. Locuteurs

Afin d'établir des comparaisons, une cinquantaine de locuteurs a été enregistrée et répartie en deux groupes : le groupe témoin, nous permettant d'établir un « modèle de référence », et le groupe des locuteurs porteurs de fente palatine. Les deux groupes seront décrits plus en détail dans les sous-parties dédiées ci-dessous. La langue première de tous les participants est le français.

Pour chaque locuteur, le niveau de fluence en lecture a été évalué à partir de l'outil E.L.FE, Évaluation de la Lecture en FluencE (Lequette et *al.*, 2008). Cette méthode consiste à établir un score à partir du nombre de mots lus durant un temps donné, une minute dans le cas présent, ce qui correspond à la longueur du texte parcouru durant ce temps, auquel est soustrait le taux d'erreurs (mots mal lus ou non prononcés). Le résultat obtenu est exprimé en mots correctement lus par minute (MCLM).

2.1 Locuteurs de contrôle

En vue de constituer un groupe de contrôle, 21 enfants, âgés de 8 à 11 ans (moyenne d'âge = 9,63 ; σ = 0,761), ont été enregistrés. Ils ne présentent ni pathologie respiratoire ni trouble de la parole diagnostiqué.

Deux locuteurs n'ont pas été retenus pour nos analyses, l'un en raison de difficultés de parole rencontrées lors des passations, l'autre en raison de présence de bruits extérieurs dégradant la qualité du signal acoustique.

Tableau 3. Locuteurs de contrôle retenus pour notre étude

Âge	Locuteur	Sexe	MCLM
11 ans	13475	F	81
	18478	M	92
10 ans	11245	M	71
	13167	M	82
	11495	M	82
	13654	M	67
	15750	M	86
	11522	F	91
	14269	F	83
	19171	F	57
	16334	F	88
9 ans	11745	F	70
	15466	F	57
	14194	M	61
	16835	F	65
	11861	M	71
8 ans	14732	M	60

2.2 Locuteurs porteurs de fente palatine

Nous avons enregistré 27 locuteurs, âgés de 6 à 12 ans (moyenne d'âge = 7,86 ; σ = 1,80). Nos sujets présentent tous des fentes palatines ou labio-palatines.

Les critères de sélection à l'étude sont les suivants : enfant âgé de 6 à 12 ans présentant au moins une atteinte du palais (fente palatine ou labio-palatine) et dont la langue première est le français.

Les critères de non inclusion à l'étude sont les enfants porteurs de fentes labiales ou labio-maxillaires uniquement, et les cas de fentes syndromiques, ces dernières étant liées à un syndrome (syndrome de Pierre Robin, syndrome de Kallman, etc.) et s'accompagnant d'anomalies congénitales parfois plus graves. Ce type de fente n'est donc pas retenu afin d'éviter l'accroissement de la variabilité associée à une contrainte physique et/ou neurologique.

Différentes nomenclatures des fentes palatines sont utilisées dans la littérature. Pour cette étude, nous les avons répertoriées selon les différents types de fente, en nous basant sur la classification de Veau (1931). Ainsi, nous les distinguons de la façon suivante :

- **Les fentes vélaires** (FV) ou fentes palatines postérieures : la fente est localisée au niveau du voile du palais. Elle peut se limiter à la division de la luette ou s'étendre du voile jusqu'à la voûte palatine.
- **Les fentes palatines totales** (FPT) : la division se déploie du voile du palais jusqu'à la partie antérieure du palais osseux.
- **Les fentes labio-palatines unilatérales** (FLPU) : affectent la lèvre supérieure, du côté gauche ou droit, ainsi que la totalité du palais.
- **Les fentes labio-palatines bilatérales** (FLPB) : combinaison d'une fente de la lèvre supérieure, des deux côtés, et de la totalité du palais.

Les fentes sous-muqueuses affectent également le fonctionnement du palais. De ce fait, il convient de l'ajouter à cette classification, comme cela a été fait par Bechet (2011). Cependant, aucun des participants à cette étude n'est porteur de ce type de malformation.

Les données de deux de nos locuteurs n'ont pas pu être exploitées, ces derniers n'ayant pas été au bout des enregistrements. Parmi les participants de cette étude, deux présentaient uniquement des fentes alvéolaires. Nous conservons ces données à des fins d'analyses qualitatives.

Pour ce travail, une attention particulière est portée aux troubles pouvant être associés aux fentes et susceptibles d'impacter la production de la parole et la respiration telle l'insuffisance vélo-pharyngée (IVP), la présence éventuelle de fistules oro-nasales. La fonctionnalité du voile du palais sera examinée à travers la présence de la déperdition nasale et son degré de sévérité. Pour chaque locuteur, il est précisé si le voile du palais est fonctionnel, auquel cas, il n'y a pas de déperdition nasale (annotée « aucune » dans le tableau ci-dessous), si la déperdition est légère ou si elle est constante. Toutes ces informations sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4. Locuteurs porteurs de fente palatine retenus pour l'étude

	Locuteurs	**Sexe**	**Âge**	**Déperdition nasale**	**IVP**	**Fistules**	**MCLM**
Fente vélaire	23378	M	6	Légère		x	NE
	26336	F	10	Légère	x		61
	21895	M	10	Aucune			47
	27909	M	11	Constante	x		78
Fente palatine totale	21183	F	6	Aucune			NE
	23483	M	6	Légère	x		NE
	23654	M	6	Constante	x		NE
	29796	F	7	Auncune			NE
	22766	F	8	Constante	x		72
	27292	M	9	Légère	x		38
	23007	M	11	Légère	x		57
Fente labio-palatine unilatérale	26419	M	6	Constante	x		NE
	24941	M	6	Aucune			NE
	28966	M	6	Constante	x		NE
	25156	F	6	Légère	x		NE
	29525	F	8	Constante	x	x	71
	28557	M	8	Aucune			65
	28875	M	9	Aucune			NE
	27487	F	10	Aucune			70
	22589	F	12	Constante	x		88
Fente labio-palatine bilatérale	23724	M	7	Légère	x		44
	25907	F	6	Aucune			NE
	29461	F	10	Constante	x	x	63

* NE : non évalué. Concerne les locuteurs qui n'ont pas pu faire la tâche de lecture

3. Corpus

En raison de l'âge varié des locuteurs et des différents objectifs de ce travail de recherche, notre corpus est constitué de plusieurs tâches de parole que nous détaillerons ci-dessous. Ce corpus

est composé de voyelles soutenues, de séquences de type VCV et VCCV insérées dans des phrases porteuses, de texte lu et de parole semi-spontanée.

Tous nos supports ont été imprimés et plastifiés. Ils étaient disposés sur un pupitre (à l'exception des phrases porteuses), placés face au locuteur, à une distance confortable pour la lecture par ce dernier.

3.1 Phrases porteuses et séquences de type VCV et VCCV

Afin d'étudier la corrélation entre les évènements articulatori-acoustiques du signal de parole et l'évolution des mouvements expiratoires, nous proposons une première tâche comprenant des séquences cibles de type VCV et VCCV, insérées dans une phrase porteuse de référence : « C'est [...] ça ». Par ce procédé, l'exposition des séquences cibles aux effets de l'accent rythmique du français est moindre.

Afin de réduire la variabilité, seules les voyelles extrêmes de l'espace vocalique, à savoir [a], [i] et [u] ont été retenues comme voyelles environnantes. En outre, ces trois contextes vocaliques permettent d'explorer les capacités gestuelles maximales des locuteurs. Les consonnes cibles étudiées sont les occlusives du français : [p t k b d g]. Ce choix se justifie par la difficulté rencontrée par les enfants porteurs de fente palatine lors de la production de ces sons. Par ailleurs, l'émergence de ces consonnes nécessite une forte pression intra-orale, maintenue jusqu'au relâchement des articulateurs, poussant les locuteurs porteurs de fente palatine à mettre en place diverses stratégies compensatoires, afin de pallier le déficit supra-glottique. En vue d'obtenir quelques données comparatives, nous avons ajouté les consonnes fricatives [s] et [ʃ].

Nous avons réalisé différentes combinaisons en faisant varier les voyelles environnantes V1 et V2, ainsi que la consonne cible.

La constitution des séquences contenant un groupe consonantique VCCV repose sur un principe similaire établi à partir des voyelles extrêmes du triangle vocalique, des plosives du français et des fricatives [s] et [ʃ]. Dans un premier temps, nous avons élaboré des groupes consonantiques homo-organiques : les consonnes cibles ont le même lieu d'articulation. Dans un second temps, nous

avons formé des groupes consonantiques hétéro-organiques, associant deux consonnes dont le lieu d'articulation diffère.

Nous avons ainsi créé 120 combinaisons de ce type (*cf.* Annexe 6).

Conscient de l'effort que peut exiger la lecture d'un tel corpus chez ces jeunes patients présentant des difficultés en production de la parole, l'ensemble du corpus ainsi constitué n'a pas été utilisé. Nous avons limité cette tâche à huit phrases contenant la séquence cible VCV, sélectionnées selon le lieu d'articulation de la consonne visée. En vue d'étudier un panel élargi de combinaisons, trois corpus ont été établis, comportant chacun onze phrases porteuses, présentées de manière aléatoire aux locuteurs.

Corpus n°1 :

1. C'est la bise ça [sel**abi**zsa]
2. C'est la douche ça [sel**adu**ʃsa]
3. C'est le hippie ça [sele**ipi**sa]
4. C'est la gare ça [sel**aga**ʁsa]
5. C'est le loup chassé ça [selə**luʃa**sesa]
6. C'est la cape ça [sel**aka**psa]
7. C'est la savane ça [sel**asa**vansa]
8. C'est le petit gâteau ça [seləpət**iga**tosa]
9. C'est le lac garé [selə**laksa**le]
10. C'est le crabe coulé [seləkʁ**abku**le]
11. C'est le riche gardien [seləʁ**iʃga**rdjɛ̃]

Corpus n°2 :

1. C'est le doux sirop ça [seləd**usi**ʁosa]
2. C'est le lit carré ça [selə**lika**ʁesa]
3. C'est l'ibis ça [sel**ibi**sa]
4. C'est le petit chou ça [seləpət**iʃu**sa]
5. C'est la tour ça [sel**atu**ʁsa]
6. C'est la piste ça [sel**api**stsa]
7. C'est le petit guide ça [seləpət**igi**dsa]
8. C'est le loup doux ça [selə**udu**sa]
9. C'est le lac salé [selə**laksa**lə]
10. C'est le stade tassé [seləst**adta**se]
11. C'est la bague datée [selab**agda**te]

Corpus n°3 :

1. C'est le hibou ça [seləibusa]
2. C'est la toupie ça [sel**atu**pisa]
3. C'est la couronne ça [sel**aku**ʁɔnsa]
4. C'est le joli dalmatien [seləʒolidalmasjɛ̃sa]
5. C'est la guitare ça [sel**agi**taʁsa]

6. C’est la partie ça [sel**apa**ʁtisa]
7. C’est la souris ça [sel**asu**ʁisa]
8. C’est la chimie ça [sel**aʃi**misa]
9. C’est la cape barrée [selak**apba**ʁe]
10. C’est la batte cassée [selab**atka**ʁe]
11. C’est la râpe salée [selʁ**apsa**le]

Cette tâche de parole a également été adaptée pour nos locuteurs les plus jeunes, n’ayant pas encore démarré l’apprentissage de la lecture ou l’ayant débuté depuis peu. Les stimuli écrits étaient remplacés par des images représentant un ou plusieurs personnages effectuant une action (*cf.* Annexe 7). Les images étaient imprimées sous forme de cartes, plastifiées, et présentées aux participants l’une après l’autre.

Les enfants avaient pour consigne de décrire l’action en commençant leur phrase par « C’est … » ou « Il y a … ». Ainsi, nous avons obtenu un corpus contenant des occurrences de phrases du type « C’est <SN sujet> qui <SV> » (ex : C’est le lapin qui mange la carotte) ou « Il y a <SN sujet> qui <SV> » (ex : Il y a le garçon qui court). Les consonnes cibles attendues sont [p b d t k g ʒ ʃ] et le groupe consonantique [sk].

Il convient d’indiquer qu’en l’absence de consignes strictes concernant le déroulement de cet exercice, les productions des locuteurs étaient très variables et ne répondaient pas à nos attentes. En effet, un certain nombre de mots et séquences attendus n’ont pas été réalisés par l’ensemble des locuteurs, ou du moins pas en quantité suffisante pour constituer une base de données satisfaisante en vue d’une analyse statistique. De ce fait, nous ne conservons que les séquences dont les occurrences sont les plus importantes. Il s’agit des séquences suivantes : [iku] ; [ada] ; [aka] et le groupe consonantique [sk]. Les phrases porteuses non retenues ont tout de même été conservées et ont contribué à l’étalonnage respiratoire (*cf.* section IV.2 de ce chapitre).

Les conditions d’enregistrement à l’hôpital étant contraignantes pour les enfants, dont l’excitation et l’impatience se faisaient ressentir chez les plus jeunes, nous avons souhaité alléger au mieux les passations et ne pas imposer de consignes strictes, quant à la réalisation de cet exercice.

Le corpus global étant conséquent, la production des phrases porteuses n'a été réitérée que trois fois. Durant les trois répétitions, les supports étaient présentés aléatoirement. Les données ainsi recueillies serviront de données de contrôle, nous permettant d'investiguer une corrélation potentielle entre l'évolution de la pente thoracique expiratoire et les évènements articulatori-acoustiques du signal de parole (Sock, 1998).

3.2 Production de voyelles tenues

En vue d'explorer le lien potentiel entre la stabilité de l'activité glottique et la respiration, nous proposons une analyse des caractéristiques principales vocales à partir de la voyelle [a]. Pour ce faire, il était demandé au locuteur de produire un [a] tenu d'une durée minimum de 5 secondes ou aussi long que possible. Nous nous sommes limitée à cinq répétitions.

Afin d'observer l'incidence d'une potentielle fuite nasale lors de la tenue d'une voyelle, la tâche a été réitérée avec pour consigne de se pincer le nez pour éviter tout passage d'air par le nez.

3.3 Lecture

Chaque locuteur devait lire la fable La bise et le soleil, à un rythme et à un niveau sonore usuels. La lecture était répétée une seconde fois. Tout participant bénéficiait d'un temps en amont de la première lecture, dans le but de prendre connaissance du texte et de dissiper d'éventuels doutes sur la prononciation ou le sens de mots inconnus ou jugés compliqués par l'enfant.

3.4 Parole semi-spontanée

Il était demandé aux participants de raconter une histoire à partir d'un extrait de la bande dessinée sans texte Petit Poilu et la sirène gourmande. Le support est constitué de 18 vignettes, réparties sur trois pages. L'enfant avait la possibilité de faire dialoguer les personnages, de parler de leur humeur, d'évoquer leurs pensées, etc.

Un exemple a été donné au préalable à tous les locuteurs, à partir d'un support similaire. Un temps était également laissé aux locuteurs afin qu'ils puissent découvrir la bande dessinée et imaginer l'histoire à raconter.

4. Recueil de données

4.1 Matériel

Notre étude nécessite l'exploitation de données respiratoires et acoustiques. Ainsi, nous avons dû adapter un dispositif de mesure et d'analyse de données physiologiques, comme la respiration, au domaine de la phonétique expérimentale et clinique.

Afin d'évaluer l'étendue des mouvements respiratoires thoraciques et abdominaux durant la phonation, nous avons eu recours à la pléthysmographie respiratoire par inductance (PRI). Cette méthode requiert l'utilisation de ceintures électromagnétiques élastiques, disposées sur le thorax et l'abdomen, permettant de détecter et mesurer la variation des périmètres thoracique et abdominal sur un axe antéro-postérieur en fonction du temps. Cet appareillage présente l'avantage d'être adapté aux enfants et moins invasif que d'autres méthodes. À l'inverse d'un pneumotachographe ou d'un spiromètre, la pléthysmographie ne nécessite pas la pose d'un masque sur le visage du locuteur, évitant ainsi de nuire à l'authenticité de la parole. De ce fait, les données respiratoires ont été collectées à partir du système Respitrace ©, de la société ADInstrument. La première ceinture était disposée sur le thorax du locuteur, à hauteur de l'aisselle, tandis que la seconde se trouvait sur le ventre, au niveau du nombril du locuteur. Si la cage thoracique et de l'abdomen évoluent différemment en fonction du temps, la somme des signaux de ces deux éléments contribue à l'estimation du volume courant et rend compte du déplacement de la paroi thoracique tout au long de la phonation (Poole et *al.*, 2000 ; Hixon et *al.*, 2020).

Les données acoustiques ont été collectées à l'aide d'un microphone Senheiser e835s, relié à un enregistreur Marantz Professional, modèle PMD661. Le locuteur se tenait debout, à 30 cm du microphone. Un marquage au sol a été fait afin de conserver ce paramètre de distance d'un locuteur à l'autre, tout au long de l'expérience.

Les ceintures respiratoires ainsi que l'enregistreur numérique étaient branchés à la station PowerLab (ADInstrument), permettant la synchronisation de l'ensemble des signaux (figure 3). Les

données ont été collectées à partir du logiciel LabChart (ADInstrument, version 8.1.18400, 2021), auquel l'extension Audio Output a été ajoutée (ADInstrument, version 2.3).

Le système ainsi conçu offre la possibilité d'examiner l'organisation spatio-temporelle des patterns respiratoires au niveau thoraco-abdominal tout au long de la phonation et l'incidence de cette organisation sur la structuration linguistique des énoncés et du discours. De ce fait, nous pouvons étudier la manière dont se développent ces modèles durant l'enfance, tant en parole normale que pathologique. En outre, il nous ouvre un champ d'observation sur la relation entre les évènements respiratoires et ceux survenant sur le signal acoustique de parole. En d'autres termes, il s'agit d'observer les manifestations potentielles des évènements respiratoires au niveau acoustique et leur coordination avec les segments de la chaîne parlée.

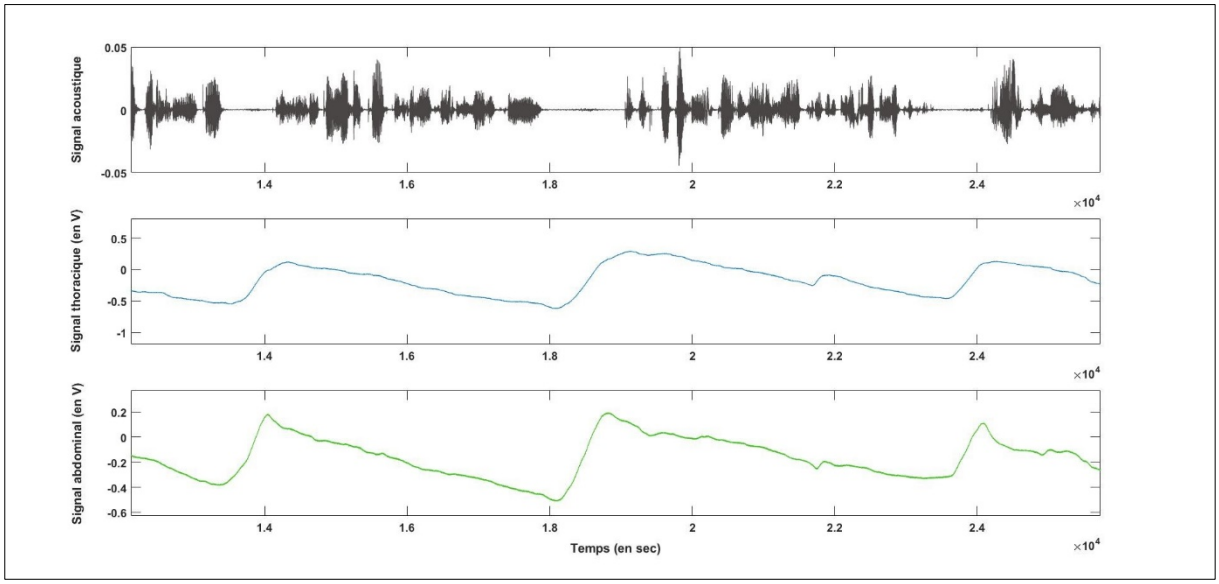

Figure 3. Représentations graphiques des signaux acoustique (1er canal), thoracique (2ème canal) et abdominal (3ème canal) en fonction du temps, à partir du logiciel MatLab

4.2 Calibration des ceintures respiratoires

La calibration a été réalisée pour chaque locuteur en amont de la passation, à partir de manœuvres respiratoires sans parole, suivant la méthode de Hixon et *al.* (1973). En premier lieu, la respiration de chaque locuteur a été enregistrée durant cinq cycles jugés stables et similaires, de façon à pouvoir estimer de manière indirecte le volume courant, à savoir le volume d'air inspiré et expiré au repos. Puis, il a été demandé de respirer un peu plus fort afin d'avoir un aperçu de

l'adaptation de la gestion des volumes dans un contexte de parole. La moyenne de ces cinq cycles constitue le point de référence, quant aux déplacements thoraco-abdominaux en respiration calme. Ces données ont également permis d'estimer le volume de réserve inspiratoire, étant la quantité d'air pouvant être inspirée à partir de la limite supérieure du volume courant, ainsi que le volume de réserve expiratoire, concordant à la quantité d'air pouvant être expirée à partir de la limite inférieure du volume courant.

La première manœuvre a été répétée durant cinq nouveaux cycles en respiration forcée. Les locuteurs avaient pour consigne de respirer aussi fort que possible. Le déplacement maximal thoraco-abdominal (Rochet-Capellan & Fuchs, 2013) a pu être établi à partir de la moyenne de ces cycles. Cela correspond à la capacité inspiratoire, à savoir la somme du volume courant et du volume inspiratoire de réserve. Il s'agit du point de référence par rapport auquel la contribution respiratoire sera évaluée.

Selon Hixon et *al.* (1973), la somme des signaux thoracique et abdominal par rapport à un volume ou un déplacement de référence offre la possibilité d'estimer la contribution respiratoire durant la phonation. Cette méthode a été exploitée dans de nombreuses études tant auprès d'adultes (Konno & Mead, 1967 ; Hoit & Hixon, 1987 ; Hixon et *al.*, 1988 ; Winkworth et *al.*, 1994 ; Whalen & Kinsella-Shaw, 1997; Milstein & Watson, 2004 ; Fuchs et *al.*, 2013) que d'enfants (Russell & Stathopoulos, 1988 ; Hoit et *al.*, 1990 ; Boliek et *al.*, 2009). Comme proposé par Banzett et *al.* (1995), il est également possible d'analyser la contribution respiratoire à partir de la somme de deux fois le thorax et une fois l'abdomen, de façon à vérifier que les effets observés ne soient pas la conséquence d'une surestimation du mouvement abdominal (Rochet-Capellan & Fuchs, 2013). Les deux études précédentes comparent l'utilisation de ces deux méthodes. Les résultats indiquent qu'il n'y a aucune différence significative lorsque le locuteur est debout. Le même constat a été effectué au cours d'une étude comparative de ces deux méthodes auprès de jeunes enfants (Poole et *al.*, 2000).

Dans le cadre de cette étude, la contribution respiratoire sera mesurée à partir de la somme du thorax et de l'abdomen (1 Tho + 1 Abd) pour tous nos locuteurs. Toutefois, l'un de nos locuteurs présentant des valeurs respiratoires supérieures au déplacement maximal estimé, nous avons fait le choix d'avoir recours au facteur 2 Tho + 1 Abd pour l'observation des mouvements respiratoires. Ce phénomène peut s'expliquer par la pratique régulière d'un instrument à vent, nécessitant une

maîtrise particulière et strictement contrôlée de l'appareil respiratoire, notamment au niveau abdominal.

4.3 Adaptation du protocole à la Covid-19

Dans le contexte de la pandémie de la covid-19, l'adaptation de notre protocole a été nécessaire afin de garantir la sécurité de tous les participants à l'étude et éviter toute transmission du virus *via* le dispositif. Pour ce faire, nous avons strictement appliqué les gestes barrières, suivant les directives gouvernementales (l'Agence Régionale de Santé), et pris des dispositions particulières.

Le port du masque était obligatoire pour toute personne présente. Seul le locuteur pouvait le retirer lors de la passation, après installation et réglage du matériel et des protections nécessaires. Le microphone était recouvert d'une bonnette de protection à usage unique, changée à chaque passage. Entre chaque participant, tous les supports (le corps du microphone, le pied sur lequel il était posé, le pupitre, les supports plastifiés, …) ont été désinfectés à l'aide de lingettes prévues à cet effet, et la pièce était aérée. Seule la personne chargée du recueil de données, munie de gants en latex jetables, pouvait manipuler les ceintures respiratoires. Enfin, chaque locuteur portait un tablier imperméable à usage unique, protégeant les ceintures de toute projection de gouttelettes.

Les participants et leurs parents ont été informés de ces consignes en amont des passations, par le biais d'une notice d'information (*cf.* Annexe 5)

5. Traitement des données

5.1 Données respiratoires et acoustiques synchronisées

Les signaux respiratoires, synchronisés au signal acoustique, ont été traités à l'aide du programme Matlab (MATLAB, 2021), après avoir été convertis au format adapté.

Les phases inspiratoires et expiratoires ont été annotées sur le signal résultant de la somme des signaux de la cage thoracique et de l'abdomen (figure 4). La segmentation des phases d'inhalation et expiratoires a été effectuée manuellement. Elle est déterminée par les évènements cinématiques constituant l'inspiration, son pic de vélocité étant facilement détectable, à l'inverse de

l'expiration. Les prises de souffle sont délimitées comme suit : elles vont de la valeur minimale du mouvement inspiratoire jusqu'à son point culminant (In). L'expiration est la période entre le point culminant d'une inspiration jusqu'au point minimal de l'inspiration suivante (Ex). Cela inclut également la phase de stabilité des courbes respiratoires parfois observée après une inspiration (Grosjean & Collins, 1979; Werner et *al.*, 2020).

De ce fait, le cycle respiratoire est considéré comme l'intervalle entre la valeur minimale sur la courbe de l'inspiration et la valeur minimale suivante sur cette même courbe.

Afin d'observer la contribution de la cage thoracique et de l'abdomen indépendamment l'une de l'autre, les signaux de ces deux éléments ont été conservés et feront l'objet d'une analyse qualitative.

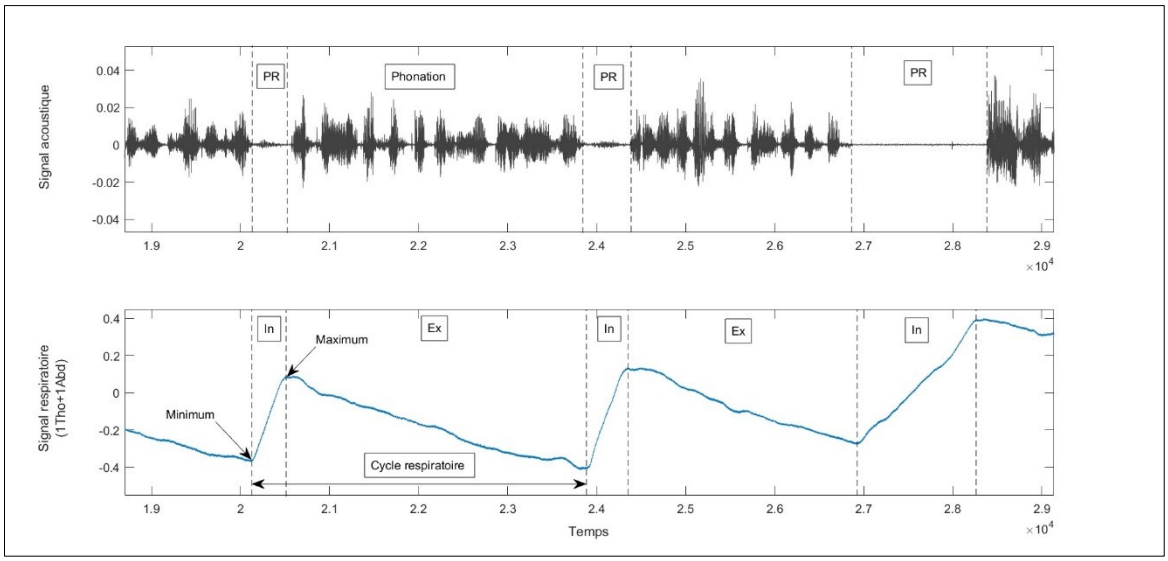

Figure 4. Représentation des phases d'inspiration (In), d'expiration (Ex) et des cycles respiratoires en fonction du temps

5.2 Analyse acoustique complémentaire

En complément de ce traitement, nous avons procédé à une analyse acoustique à partir du logiciel Praat (Boersma & Weenink, 2021). La segmentation et l'annotation des signaux ont été effectuées de manière semi-automatique à l'aide de l'extension EasyAlign (Goldman, 2011), puis vérifiées manuellement. Les tiers *phones* et *syll* ont été conservées, la première de façon à étudier la correspondance entre les évènements respiratoires et la production des sons, et la seconde afin de

calculer les vitesses d'élocution et d'articulation des locuteurs. La tier *ortho* a été exploitée dans le but d'annoter les pauses au sein des énoncés. Une ligne d'annotation supplémentaire *GrS* a été ajoutée en vue de délimiter les groupes de souffle.

5.3 Procédés de mesures respiratoires

Combinée à un spiromètre, la pléthysmographie respiratoire par inductance permet d'estimer le volume courant maximal (Hixon et *al.*, 1973, 1988 ; Poole et *al.*, 2000), à partir duquel il est possible de mesurer la contribution du volume pulmonaire, des mouvements thoraciques et/ou abdominaux. Toutefois, ne disposant pas d'un appareillage de mesure de volume, nous ne sommes pas en capacité d'évaluer la variation des pressions durant la phonation et donc toute contribution par rapport au volume courant. Pour cette raison, nous privilégions l'analyse des mouvements respiratoires par rapport au déplacement maximal du thorax et de l'abdomen, comme suggéré par Rochet-Capellan & Fuchs (2013).

Des mesures respiratoires sont effectuées à plusieurs niveaux. Tout d'abord, il s'agira de mesurer l'amplitude des mouvements inspiratoires et expiratoires. L'amplitude correspond à la différence entre la valeur minimale et la valeur maximale du mouvement (Fuchs et *al.*, 2008). Celle-ci sera exprimée en pourcentage par rapport au déplacement maximal (%MD = *maximal displacement*). Ainsi, l'amplitude nous offre une visibilité sur la contribution thoraco-abdominale par rapport au déplacement maximal (figure 5) mais aussi, de manière indirecte, sur les changements pulmonaires tout au long de la phonation.

Afin de faciliter la lecture des signaux respiratoires, nous annotons les points suivants sur le signal respiratoire : le volume pulmonaire initial (LVI : *lung volume initiation*), que nous estimons de façon indirecte à partir de nos signaux, et que l'on peut désigner comme étant « le niveau du volume pulmonaire avec lequel la parole est initiée » (Winkworth et *al.*, 1995), ainsi que le volume pulmonaire terminal (LVT : *lung volume termination*) défini comme étant le niveau du volume pulmonaire à la fin du groupe de souffle. Nous choisissons de conserver les abréviations anglaises, couramment employées dans la littérature pour décrire ces évènements. En outre, les points minimal et maximal de l'inspiration sont précisés.

L'amplitude de l'inspiration est calculée comme la différence entre la valeur minimale et la valeur maximale du mouvement, en fonction du déplacement maximal (%MD). La contribution expiratoire phonatoire sera estimée à partir de la différence entre le volume pulmonaire initial estimé (LVI) et le volume pulmonaire terminal estimé (LVT).

Enfin, en vue d'étudier les déplacements respiratoires par rapport au volume courant, et de façon à uniformiser les données, nous établirons le REL (*respiratory end-expiratory level*) comme point de référence. Mesuré pour chaque locuteur, il est calculé à partir de la moyenne des points maximaux de l'expiration durant trois cycles respiratoires constants. Ainsi, il sera possible d'observer les déplacements thoraco-abdominaux à partir d'un seuil commun. Les valeurs situées au-dessus de ce seuil sont positives, tandis que les valeurs situées en-dessous sont négatives.

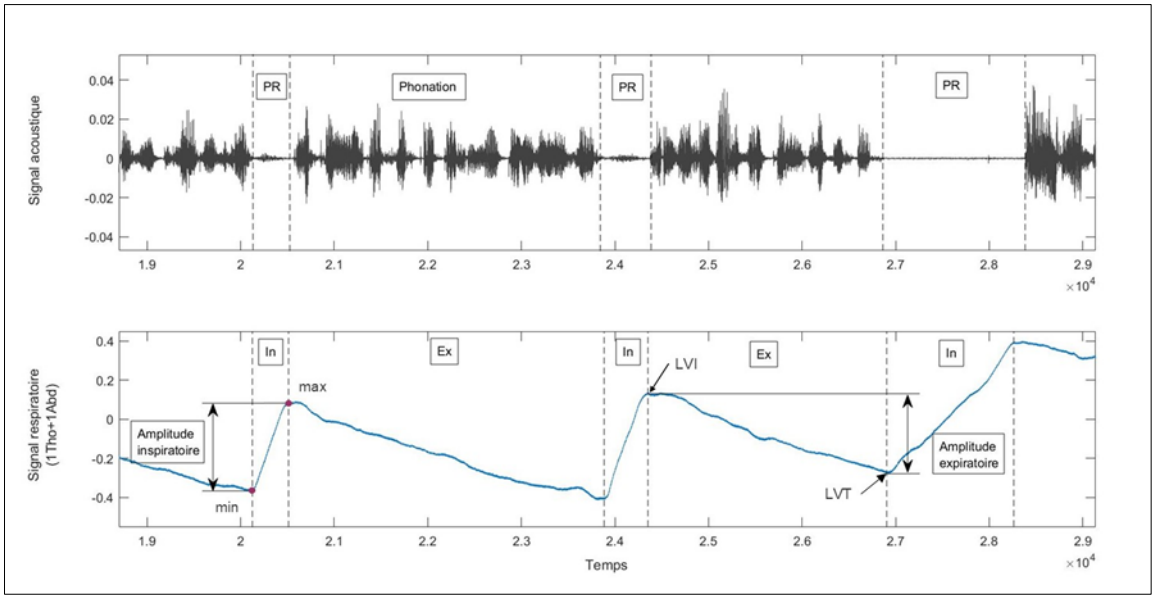

Figure 5. Représentation graphique des cycles inspiratoires (In) et expiratoires (Ex) avec annotation du volume pulmonaire initial estimé (LVI) et terminal estimé (LVT), ainsi que l'illustration des amplitudes inspiratoires et expiratoires

Troisième partie

Résultats

Chapitre V. Expérience 1. Respiration et évènements consonantiques

Ce travail porte sur l'étude de la gestion des mécanismes respiratoires, en relation avec les besoins aérodynamiques liés à la production de consonnes, notamment celles non voisées, dans un contexte de parole normale et de parole d'enfants porteurs de division palatine, pour qui la réalisation de ces sons peut être fortement altérée (Bechet et *al.* 2012).

De nombreux réajustements sont mis en place, notamment au niveau articulatoire, allant de la modification du lieu d'articulation jusqu'à la disparition ou au remplacement de la consonne par un coup de glotte ou un bruit de souffle, pouvant altérer l'intelligibilité et la qualité de la phonation (*cf.* Chapitre III, section II.2). En outre, des stratégies compensatoires sont également mises en place au niveau respiratoire, les sujets porteurs de fente mobilisant des volumes respiratoires plus importants lors de la phonation que les locuteurs ne présentant pas de pathologie, selon Warren et *al.* (1992).

L'objectif de l'expérience présentée est double. Dans un premier temps, nous observerons la gestion de la respiration, en relation avec la production de cycles consonantiques (voir définition *infra*) variant selon le voisement et le mode articulatoire, en vue d'observer d'éventuelles stratégies intrinsèques aux caractéristiques des consonnes cibles. Il s'agira, dans un second temps, d'identifier d'éventuelles stratégies de compensation au niveau respiratoire, caractéristiques des locuteurs porteurs de fente palatine, afin de pallier les difficultés articulatoires pour la production de certains sons, et notamment les consonnes non voisées. La production des voyelles ne posant pas de problèmes notoires dans cette pathologie, nous ne considérerons pas les cycles vocaliques dans cette étude.

Pour ce travail, plusieurs hypothèses (H) ont été émises.

H1. La contribution expiratoire devrait varier en fonction du voisement et du mode articulatoire de la consonne cible : la pente expiratoire devrait être plus raide lors de la production

de consonnes non voisées, en raison de la forte pression intraorale nécessaire à leur production. La pente expiratoire pourrait également être plus abrupte pour les occlusives que pour les fricatives, la pression intraorale étant plus élevée lors de la production des occlusives. Si ces patterns sont attendus chez les deux groupes de locuteurs, ils devraient être plus accentués chez les locuteurs porteurs de fente palatine, en raison des difficultés de la gestion de la pression intraorale, liées aux déficits supra-glottiques.

H2. La dépense expiratoire par groupe de souffle pourrait être influencée par le mode articulatoire et le voisement de la consonne cible, mais également par le nombre de consonnes non voisées au sein du groupe de souffle. En effet, le nombre de fricatives et d'occlusives non voisées peut avoir une incidence sur la compression de la cage thoracique (Fuchs et *al.*, 2015).

H3. Le mode articulatoire et le voisement des consonnes pourraient également avoir un impact sur l'amplitude inspiratoire, pour tous les locuteurs, les besoins aérodynamiques pouvant être anticipés dès l'inspiration (Russell et Stathopoulos, 1988). De ce fait, il est attendu que l'amplitude inspiratoire précédant la production d'une phrase qui comporte des consonnes non voisées soit plus élevée qu'une phrase comprenant des consonnes voisées. En effet, comparées aux consonnes voisées, la production de consonnes non voisées implique une accumulation d'air plus importante, par anticipation de la haute pression intraorale à fournir, intrinsèque à cette catégorie de consonnes.

H4.a. Les patterns respiratoires des locuteurs porteurs de fente palatine devraient se distinguer de ceux des locuteurs témoins, à plus forte raison pour les enfants dont la fonction vélo-pharyngée est défaillante, présentant une déperdition nasale constante. Ainsi, en raison de la fuite nasale continue, la pente expiratoire devrait être plus abrupte chez ces locuteurs, de façon à maintenir, par compensation, une pression intraorale constante durant le groupe de souffle.

H4.b. Pour les mêmes raisons évoquées précédemment, et afin d'anticiper les besoins aérodynamiques accrus tout au long de l'énoncé, l'amplitude inspiratoire pourrait être plus importante chez les locuteurs porteurs de fente palatine, notamment pour ceux dont la fonction vélo-pharyngée est la plus altérée.

1. Méthodologie

1.1 Locuteurs retenus

1.1.1 Locuteurs de contrôle

Sur 19, seuls 17 locuteurs, âgés de 8 à 11 ans, ont été sélectionnés pour cette expérience (moyenne d'âge=9,71 ; σ = 0,772). Deux n'ont pas pu être retenus en raison de difficultés de lecture trop importantes, entraînant de nombreuses disfluences.

Le tableau ci-dessous répertorie les locuteurs retenus pour l'expérience présentés en fonction de l'âge. Le niveau de lecture est également précisé en mots correctement lus par minute (MCLM).

Tableau 5. Locuteurs témoins retenus pour cette expérience

Âge	Locuteur	Sexe	MCLM
11 ans	13475	F	81
	18478	M	92
10 ans	11245	M	71
	13167	M	82
	11495	M	82
	13654	M	67
	15750	M	86
	11522	F	91
	14269	F	83
	19171	F	57
	16334	F	88
9 ans	11745	F	70
	15466	F	57
	14194	M	61
	16835	F	65
	11861	M	71
8 ans	14732	M	60

1.1.2 Locuteurs porteurs de fente palatine

Pour cette expérience, 12 locuteurs, tous âgés de 7 à 12 ans (moyenne d'âge = 9,5 ; σ = 1,508). Le tableau ci-dessous (tableau 6) présente les différents locuteurs, ainsi que le type de fente.

Parmi eux, 9 enfants présentent une déperdition nasale, dont 5 déperditions constantes, qui se caractérisent par une fuite nasale continue, et 4 légères, la fuite nasale ne concernant que quelques sons. Pour les trois autres locuteurs, le voile du palais est considéré comme fonctionnel. La déperdition nasale rendant compte de l'efficacité de la fermeture du port vélo-pharyngé, elle sera employée comme critère de répartition dans les sous-groupes, en vue d'approfondir l'exploration des mécanismes respiratoires, en relation avec le niveau supra-glottique dans une seconde partie de l'étude. Les locuteurs seront répartis en sous-groupes : fente palatine sans déperdition nasale (« aucune » ou « FP-A »), fente palatine avec déperdition nasale légère (« légère » ou « FP-DL »), fente palatine avec une déperdition nasale constante (« constante » ou « FP-DC »).

Le tableau ci-dessous décrit les locuteurs retenus pour cette expérience, selon le groupe d'appartenance, leur âge, le type de fente et une éventuelle présence d'une déperdition nasale.

Tableau 6. Locuteurs porteurs de fente palatine retenus pour cette expérience, en fonction du type de fente

Locuteurs	Sexe	Âge	Type de fente	Déperdition nasale	MCLM
23724	M	7	Fente labio-palatine bilatérale	Légère	44
29525	F	8	Fente labio-palatine unilatérale	Constante	71
28557	M	8	Fente labio-palatine unilatérale	Aucune	65
22766	F	8	Fente palatine totale	Constante	72
27292	M	9	Fente palatine totale	Légère	38
29461	F	10	Fente labio-palatine bilatérale	Constante	63
26336	F	10	Fente vélaire	Légère	61
27487	F	10	Fente labio-palatine unilatérale	Aucune	70
21895	M	10	Fente vélaire	Aucune	47
27909	M	11	Fente vélaire	Constante	78
23007	M	11	Fente palatine totale	Légère	57
22589	F	12	Fente labio-palatine unilatérale	Constante	88

1.2 Corpus

Cette étude repose sur l'analyse des séquences de type VCV et VCCV, insérés dans la phrase porteuse « C'est [...] ça ». La constitution de ce corpus est décrite *supra* (*cf.* chapitre IV, section III.1). Nous avons retenu les phrases issues des corpus 1 et 2, dont les occurrences sont les plus nombreuses. Ce corpus comprend les consonnes occlusives sourdes [p t k] et sonores [b d g], et les fricatives [s] et [ʃ], insérées aléatoirement entre les voyelles [i], [a] et [u].

Le corpus complet compte 785 phrases porteuses et dure 1 heure 36 minutes et 57 secondes. Certaines phrases lues ont été exclues de l'analyse, l'enfant réalisant une pause trop longue au sein de la séquence VCV. Généralement, la pause est insérée entre la voyelle 1 (V1) et la consonne cible (C). Cependant, dans quelques cas, une pause survient entre la consonne cible et la voyelle 2 (V2).

Au total, 622 séquences VCV ont été analysés, auxquels s'ajoutent 12 variables (voir section I.4 de ce chapitre pour la spécification de ces paramètres) : durée de V1 et V2, durée de la consonne pour les fricatives, du *Voice Termination Time* – VTT (délai d'arrêt du voisement), du silence acoustique et du *Voice Onset Time* - VOT (délai d'établissement du voisement) pour les occlusives, les durées du cycle consonantique, du cycle vocalique et du groupe de souffle, l'intensité du groupe de souffle et la vitesse d'élocution.

1.3 Annotation et segmentation du signal acoustique

L'analyse acoustique a été effectuée à l'aide du logiciel Praat. L'extension EasyAlign a été employée de façon à segmenter et annoter préalablement les signaux acoustiques. La segmentation a ensuite été vérifiée manuellement. Les tiers *phon*, sur laquelle figure la délimitation des sons, *syll*, décomptant les syllabes, ont été conservées. Les cycles consonantiques et vocaliques sont annotés sur la troisième et quatrième tiers.

Les cycles articulatori-acoustiques cibles ont ensuite été ajoutés sur les signaux acoustiques et respiratoires synchronisés. Toutes les annotations et mesures respiratoires ont été effectuées à l'aide du logiciel Matlab, puis vérifiées manuellement.

1.3.1 Délimitation des cycles consonantiques

Afin d'analyser la relation entre les évènements respiratoires et les cycles consonantiques selon leurs caractéristiques et les groupes de locuteurs (témoins *vs.* avec fentes palatines), une segmentation et une annotation minutieuses ont été réalisées au niveau acoustique. Nous tâcherons d'en faire une description précise plus loin.

Le signal de parole est constitué d'une succession d'évènements articulatori-acoustiques qui mettent au jour l'organisation temporelle de la parole (Abry et *al.*, 1985 ; Sock, 1998). Ces évènements reflètent de manière indirecte l'état du conduit vocal (vibration des plis vocaux, configuration des cavités supra-glottiques, etc.) à un instant T. Ainsi, à partir d'un signal acoustique, il est possible d'identifier les phénomènes articulatoires ayant contribué à l'émergence des sons (Abry et *al.*, 1985).

Les évènements articulatori-acoustiques, présentés par paire, représentent le début et la fin d'une phase relative à un état spécifique du conduit vocal, se manifestant sur le signal de parole de différentes façons. Nous les énumérons ci-dessous en suivant la description de Sock (1998).

Voice Onset (VO) et Voice Termination (VT)

Ces évènements désignent le commencement et la fin du voisement, lié à la vibration périodique des plis vocaux. Selon la description de Sock (1998), cela exclut le voisement situé dans les basses fréquences, à savoir celles inférieures à 50Hz, visibles en fin de phonation.

Frication Onset (FO) et Frication Termination (FT)

Ce sont les limites d'une friction dont la source peut être glottique, dans le cas des aspirations, et/ou supra-glottique, dans le cas des plosions ou frictions consonantiques.

Vocalic Voiced Onset (VVO) et Vocalic Voiced Termination (VVT)

Ils correspondent respectivement à l'apparition et la disparition de la structure formantique vocalique stable.

Consonantal Voiced Onset (CVO) et Consonantal Voiced Termination (CVT)

Ils délimitent les consonnes voisées et « permettent de noter les changements entre consonnes » (Sock, 1998). Si leur origine est glottique, ils renvoient également à des éléments supra-glottiques, suivant la configuration du conduit vocal.

Consonantal Frication Onset (CFO) et Consonantal Frication Termination)

Ils indiquent le début et la fin d'une consonne fricative. Le bruit de friction est essentiellement d'origine supra-glottique, et ne présente aucune périodicité au niveau glottique.

Une syntaxe de ces évènements nous offre une visibilité des relations pertinentes qu'ils entretiennent entre eux, ainsi que l'organisation temporelle du signal (voir figure 6). Aussi, leur identification contribue à la délimitation de phases et de cycles consonantiques et vocaliques que nous décrirons ci-dessous. Il est également possible de structurer le signal en relation pertinente entre évènements, telles que le VOT (Lisker & Abramson, 1964 ; Klatt, 1975), et le VTT (Agnello, 1975 ; Sock et *al.*, 1988), etc., qui révèlent le timing du signal, un timing qui serait le résultat de coordinations ou de synergies apprises par le sujet parlant pour produire sa langue.

Le Voice Onset Time (VOT)

Le *Voice Onset Time* est le délai d'établissement du voisement. Il a été décrit par Lisker et Abramson (1964) exclusivement pour les plosives, comme étant l'intervalle entre le relâchement (CFO) et la mise en vibration des plis vocaux (VO). Ils distinguent le VOT positif, pour les non voisées, le voisement intervenant après l'explosion consonantique, du VOT négatif, pour les voisées, la mise en vibration glottique précédant l'explosion consonantique. Klatt (1975) décrit le VOT comme la durée entre le relâchement de l'occlusion (CFO) et l'apparition de la structure vocalique clairement formantique (VVO), dans le cas des plosives, et entre le début de la friction consonantique (CFO) et l'apparition de la structure vocalique formantique claire (VVO), dans le cas des fricatives. À la différence de Lisker et Abramson (1964), le VOT de Klatt (1975) est exclusivement positif, et il est plus aisé à détecter sur le signal acoustique.

Dans le cadre de notre étude, nous retenons le VOT de Klatt (1975).

Le Voice Termination Time (VTT)

Le *Voice Termination Time* (VTT) constitue un autre évènement temporel majeur et caractéristique des segments non voisés. Il correspond au délai d'arrêt de la vibration périodique des plis vocaux. En conséquence, il n'apparait qu'en contexte VC, où la consonne suivante C est non voisée. L'étude de Bechet (2011) a montré que le VTT pouvait être réduit chez les locuteurs porteurs de fente palatine.

1.3.2 Délimitation des groupes consonantiques

Les cycles consonantiques correspondent à l'intervalle entre le VVT (*Vocalic Voiced Termination*), soit la disparition de la structure formantique vocalique stable de la première voyelle, et le VVT de la seconde voyelle, entourant ainsi la consonne (Sock, 1998). La disparition de cette structure formantique résulte, soit d'un contact supra-glottique, dans le cas de la production des occlusives, soit d'un resserrement important du conduit vocal, dans le cas des fricatives.

Pour chaque type de cycle, nous verrons apparaître différents évènements qu'il convient de prendre en compte, afin d'identifier les aspects temporels caractéristiques les composant.

Composition du cycle consonantique occlusif non voisé : VVT-VVT

Le début du cycle consonantique non voisé est marqué par le VVT, soit la disparition de la structure formantique vocalique stable. Le VTT, marquant l'arrêt de la vibration des plis vocaux conséquent à la phase d'occlusion, s'étend du VVT de la première voyelle au VT. Il est suivi d'un silence acoustique allant jusqu'au VOT. Le VOT correspond à la phase entre le CFO et le VVO (*Voiced Vocalic Onset*), ce dernier coïncide avec la fin de la friction d'origine supraglottique (CFT ou *Consonantal Frication Termination*).

La figure 6 représente la segmentation de la consonne non voisée [t] et du cycle consonantique dans lequel elle s'insère. Les phases du VTT, du silence acoustique et du VOT ont été délimitées.

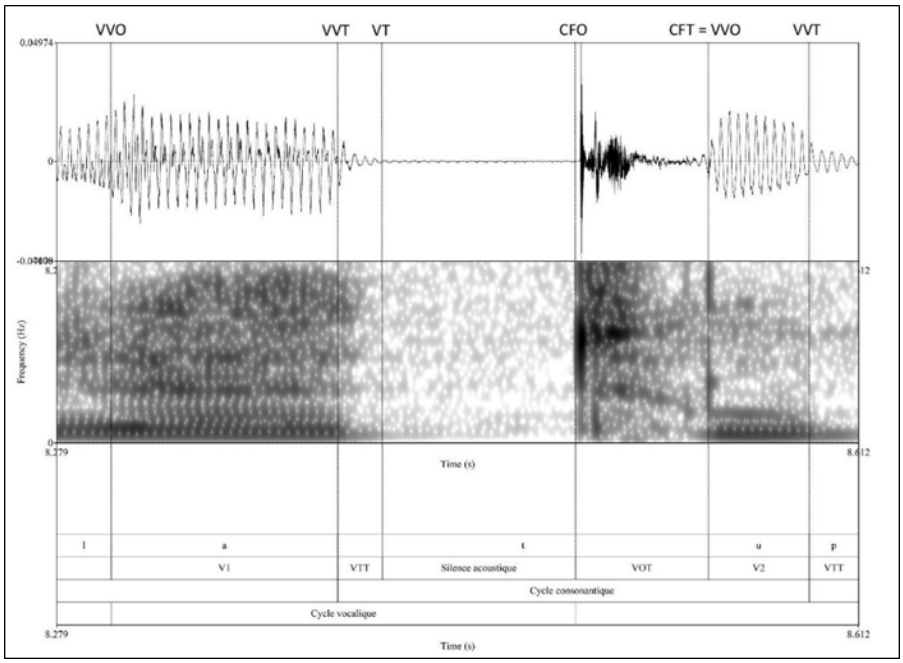

Figure 6. Segmentation du cycle consonantique occlusif non voisé [t] et annotation des évènements articulatori-acoustiques qui lui sont spécifiques à l'aide du logiciel Praat

Composition d'un cycle consonantique voisé : VVT-VVT

La partie occlusive des consonnes voisées (figure 7) s'étendent du CVO (=VVT) au CVT (= CFT). Le CVO correspond au début de la vibration glottique de nature consonantique, constituant le début de la phase d'occlusion durant laquelle les plis vocaux continuent de vibrer. À l'inverse des segments non voisés, les consonnes voisées n'ont pas de VTT, en raison du maintien de l'activité vibratoire glottique. À la rigueur, on pourrait dire que le VTT de ces consonnes correspond à l'intervalle occlusif voisé de la tenue consonantique, soit de CVO à CVT.

Le VOT est délimité par le CFO, qui se rapporte également au CVT, et le VVO de V2, coïncidant avec le CFT.

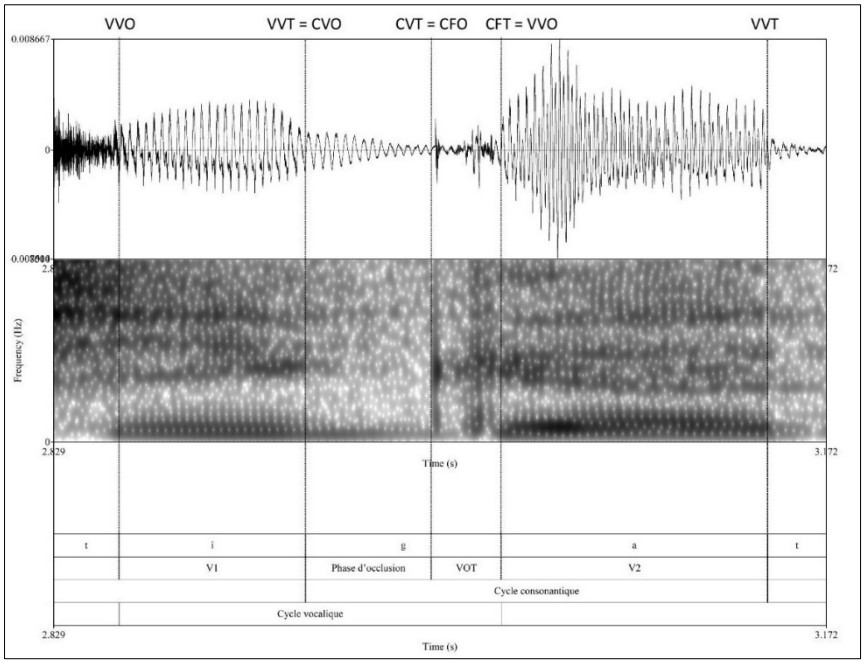

Figure 7. Segmentation du cycle consonantique voisé [g] et annotation des évènements articulatori-acoustiques caractéristiques à l'aide du logiciel Praat

Composition d'un cycle consonantique fricatif : VVT (= CFO) -VVT

Les consonnes fricatives non voisées se réfèrent à la phase entre le CFO, coïncidant avec le VVT de V1, et le CFT, correspondant également au VVO (= CFT) de V2.

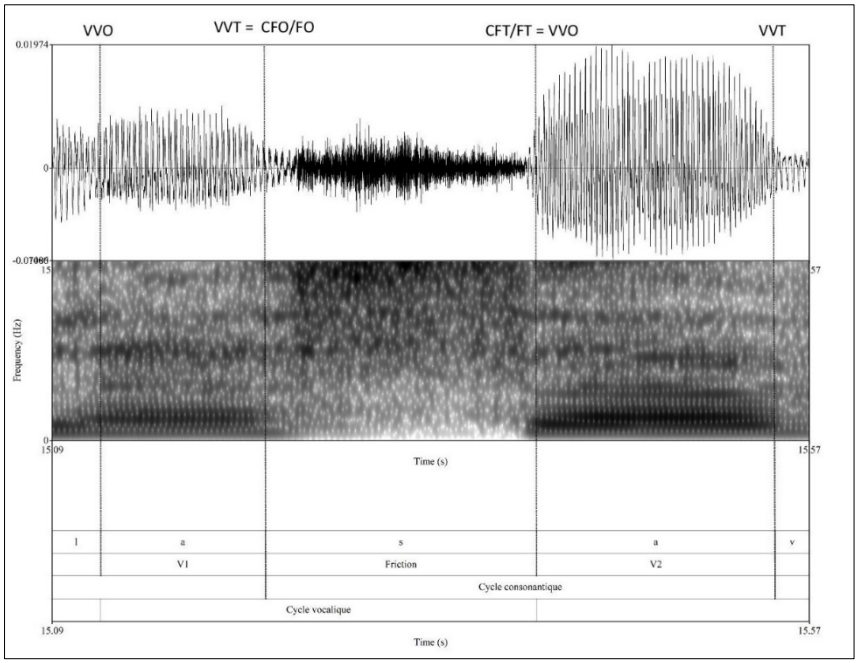

Figure 8. Illustration de la segmentation de la consonne fricative non voisée [s] et de ses caractéristiques articulatori-acoustiques, au sein d'un cycle consonantique

1.4 Mesures

1.4.1 Mesures temporelles et acoustiques en parole

Nous avons mesuré la durée des voyelles V1 et V2 composant chaque séquence VCV, ainsi que la durée de la consonne intervocalique cible.

Pour chaque occlusive non voisée, ont également été mesurées les durées du VTT, du silence acoustique et du VOT. En ce qui concerne les occlusives voisées, la phase d'occlusion et le VOT ont été quantifiés. La durée des fricatives est estimée entre le CFO et le CFT. La durée des cycles acoustiques consonantiques (VVT-VVT) est également relevée.

L'organisation des groupes de souffle contenant les séquences VCV a également suscité notre attention. De ce fait, nous avons relevé la durée totale du groupe de souffle, le nombre de syllabes ainsi que le nombre de consonnes non voisées qu'il contient, ces paramètres pouvant affecter la compression thoracique, lors de l'expiration (Fuchs et *al.*, 2015).

Différents facteurs ont été vérifiés, tels que la longueur et l'intensité sonore de la syllabe dans laquelle s'insère le cycle consonantique cible, l'intensité du groupe de souffle, ainsi que la vitesse d'élocution. Les mesures d'intensité ont été effectuées de façon à simplement contrôler le fait que celle-ci n'influence pas la respiration. Une analyse de régression linéaire a été réalisée afin de vérifier les effets de l'intensité sur les mouvements respiratoires. Les résultats prouvent que l'intensité n'a aucune incidence notable sur l'amplitude inspiratoire (p = 0,820), pas plus qu'elle n'en a sur l'amplitude expiratoire durant le cycle consonantique (p = 0,085) et durant le groupe de souffle (p = 0,150). Par vitesse d'élocution, nous faisons référence au nombre de syllabes par seconde, pauses comprises.

1.4.2 Mesures respiratoires

Les données respiratoires ont été recueillies à différents niveaux. La durée de chaque inspiration précédant la phrase porteuse a été mesurée.

Ont également été relevés :

- Les valeurs minimale et maximale de chaque inspiration sur le signal : 1Tho + 1 Abd ;
- Le niveau pulmonaire initial sur le signal respiratoire : 1Tho + 1 Abd ;
- Le niveau pulmonaire terminal sur le signal respiratoire : 1 Tho + 1 Abd ;
- Le niveau pulmonaire au début et à la fin de chaque cycle consonantique cible.

À partir de ces données, nous avons pu calculer :

- L'amplitude inspiratoire, comme étant la différence entre la valeur minimale et la valeur maximale de l'inspiration, exprimée en %MD ;
- L'amplitude expiratoire, définit par la différence entre les niveaux pulmonaires initial et terminal, exprimée en %MD ;

- La dépense expiratoire par cycle consonantique, exprimée en %MD/ccons.

1.5 Analyse statistique

Les analyses statistiques ont été réalisées à partir du logiciel RStudio (version 1.4.1717, 2021).

Pour chaque variable, ont été calculées les moyennes et les médianes, afin d'obtenir des informations précises et complémentaires. Lorsque les moyennes et les médianes suivaient les mêmes tendances, nous avons privilégié l'usage des médianes dans nos descriptions, celles-ci étant plus représentatives du fait de ne pas être influencées par les valeurs atypiques, contrairement aux moyennes.

La significativité des résultats a été testée à l'aide d'une analyse de variance à mesures mixtes (Anova), également appelée analyse de variance à modèle mixte. Il a été ainsi possible de comparer les données selon des facteurs intra-sujets, la séquence VCV et la répétition, et des facteurs inter-sujets, à savoir le groupe de locuteurs. Lors de certaines analyses, nous avons également inclus le facteur de déperdition nasale et son degré de sévérité comme facteur inter-sujet. Le seuil de significativité p a été déterminé à $p < 0{,}05$.

Lorsque la comparaison des moyennes s'avère significative, des tests *post-hoc* de Bonferroni ont été appliqués, en vue d'identifier les différences essentielles entre les groupes.

Des analyses de régression linéaire multiple ont également été réalisées ; afin d'étudier les effets d'une variable explicative numérique (la durée de la consonne, la durée du cycle consonantique, le nombre de consonnes non voisées par groupe de souffle, et le nombre de syllabes par groupe de souffle) sur des variables continues respiratoires.

Le contexte vocalique n'ayant pas d'effet sur les variables respiratoires, nous les traiterons de manière indifférenciée. Les résultats seront présentés selon le voisement et le mode articulatoire de la consonne cible.

Les données chiffrées complètes de cette étude sont consultables en annexe (*cf.* Annexe 10).

2. Résultats

Une analyse de variance à mesures mixtes a été réalisée, de façon à vérifier les effets de différents facteurs sur les variables retenues dans cette étude. Les facteurs sont les suivants : le voisement de la consonne cible, son mode articulatoire, le contexte vocalique, ainsi que la différence entre les groupes de locuteurs (Témoin et FLP). Les variables analysées sont : la durée des voyelles 1 (V1) et 2 (V2), la durée du VTT, du silence acoustique, du VOT, pour les occlusives, de la consonne, du cycle consonantique (VVT-VVT), les amplitudes inspiratoires, expiratoires, et la dépense expiratoire par cycle consonantique.

Les résultats indiquent que le voisement de la consonne a une incidence significative sur la durée de V1 ($F = 4{,}617$; $p = 0{,}033$) et de V2 ($F = 11{,}98$; $p = 0{,}0007$), celles-ci étant plus longues lorsque la consonne intervocalique est voisée. Il a également un effet significatif sur la durée de la consonne ($F = 4{,}183$; $p = 0{,}0426$), sur la durée du cycle consonantique ($F = 6{,}218$; $p = 0{,}0137$), ainsi que sur la durée du VOT ($F = 50{,}86$; $p < 0{,}001$) : la durée de ces variables est plus longue lors de la production des séquences contenant une consonne non voisée. En revanche, aucune différence significative, due au voisement, n'a été relevée pour la durée de la phase d'occlusion pour les consonnes occlusives ($p = 0$;989).

Les effets du mode articulatoire sont plus limités. En effet, seule la durée de la voyelle V2 présente une différence significative selon le mode articulatoire de la consonne ($F = 5{,}826$; $p = 0{,}0167$).

L'analyse de variance à modèle mixte (Anova) révèle également des différences significatives entres les deux groupes de locuteurs. Nous observons une augmentation significative de la durée de la voyelle V1 ($F = 9{,}174$; $p = 0{,}00289$), de la durée du silence acoustique, pour les occlusives ($F = 8{,}143$; $p = 0{,}00527$), de la durée consonantique ($F = 2{,}786$; $p = 0{,}0183$) et de la durée du cycle consonantique ($F = 8{,}636$; $p = 0{,}00328$), chez les locuteurs porteurs de fente palatine. En revanche, la durée du VOT et celle du VTT ne varient pas de manière significative entre les deux groupes de locuteurs.

Les effets des facteurs de voisement, de mode articulatoire et du groupe de locuteurs sur les variables respiratoires, à savoir les amplitudes inspiratoires, expiratoires et dépense expiratoire par cycle consonantique, seront présentés ultérieurement, au fur et à mesure de l'avancée de l'étude.

2.1 Étude des cycles consonantiques

Cette première partie est consacrée à l'étude du comportement expiratoire durant la production du cycle consonantique VVT-VVT cible. Nous commencerons par l'analyse de la durée des cycles consonantiques et des éléments le constituant, de façon à vérifier que nos données suivent celles utilisées dans d'autres études (par ex. Bechet, 2011). Ensuite, nous nous intéresserons à la dépense expiratoire durant la réalisation du cycle consonantique.

2.1.1 Comparaison de la durée des phases constitutives des séquences VCV

Nous présentons aussi bien les valeurs temporelles absolues que relatives des variables mesurées. Les valeurs relatives correspondent au pourcentage du temps pris par une variable dans la séquence VCV. Ces données, ainsi normalisées, nous permettront de pouvoir comparer les résultats des sujets pathologiques à ceux des témoins, prenant en considération l'effet que les différences de vitesse d'élocution pourraient avoir sur l'élasticité temporelle du signal de parole (Sock, 1998).

Occlusives non voisées [p], [t] et [k]

Cette partie descriptive débute avec l'analyse des phases contenant une consonne bilabiale non voisée.

Figure 9. Durées absolues (à gauche) et relatives (à droite) des phases de la séquence [api] selon le groupe de locuteurs

En ce qui concerne la séquence [api] (figure 9), il apparait que la durée du VTT des locuteurs témoins est plus élevée que celle des locuteurs porteurs de fente palatine. Néanmoins, les durées du silence acoustique et du VOT tendent à être plus longues chez les locuteurs porteurs de fente palatine.

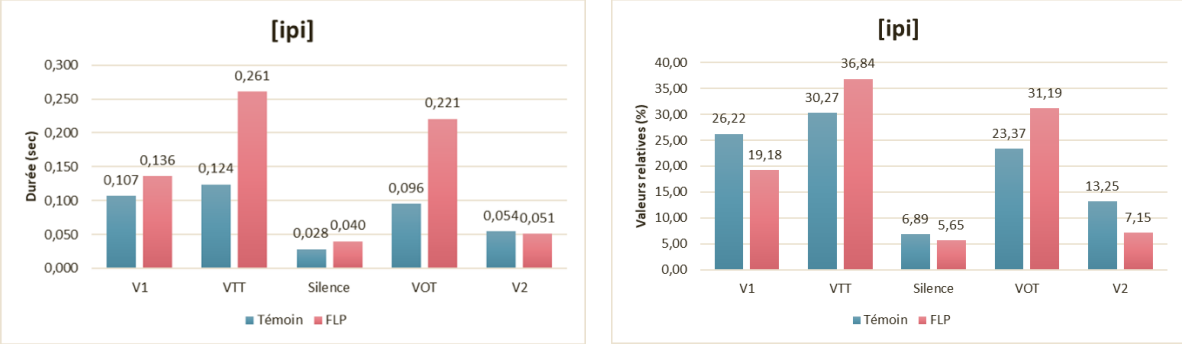

Figure 10. Durées absolues (à gauche) et relatives (à droite) des phases de la séquence [ipi] chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins

Lors de la réalisation de la séquence [ipi], il apparait que la durée du VTT est allongée chez les locuteurs porteurs de fente palatine, à l'instar de la durée du VOT (figure 10). En revanche, si les valeurs absolues de la durée des voyelles V1 et V2 indiquent de faibles changements entre les deux groupes de locuteurs, les valeurs relatives mettent en lumière un écart entre eux : la durée des voyelles précédant et suivant la consonne cible est plus courte chez les enfants porteurs de fente palatine.

La figure 11 illustre les durées absolues (en seconde) et relatives (en pourcentage) des phases de la séquence [atu]

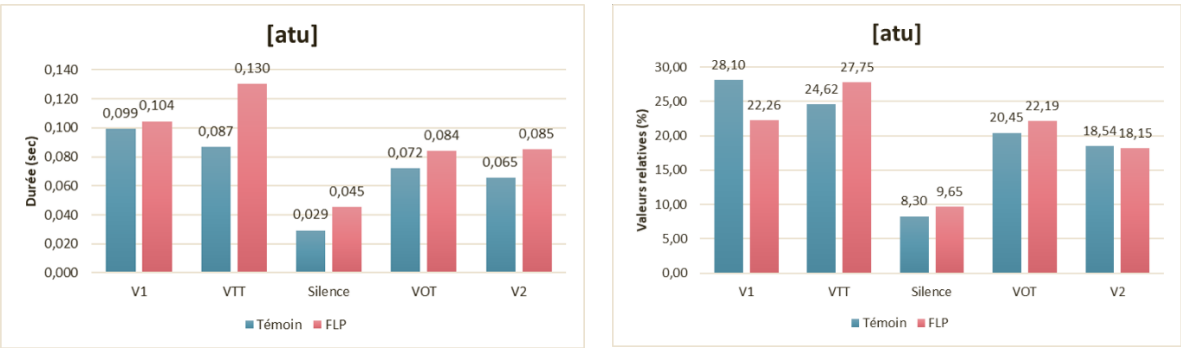

Figure 11. Durées absolues (à gauche) et relatives (à droite) des phases constituant la séquence [atu] pour les locuteurs témoins et porteurs de fente palatine

La comparaison de la durée absolue et relative des phases acoustiques révèle que la durée du VTT, du silence acoustique et celle du VOT sont plus longues chez les locuteurs porteurs de fente palatine, comme cela est attendu. En conséquence, la durée totale de la consonne est plus élevée chez les enfants présentant une malformation palatine.

La figure 12 illustre les durées absolues et relatives des phases constitutives de la séquence [ika].

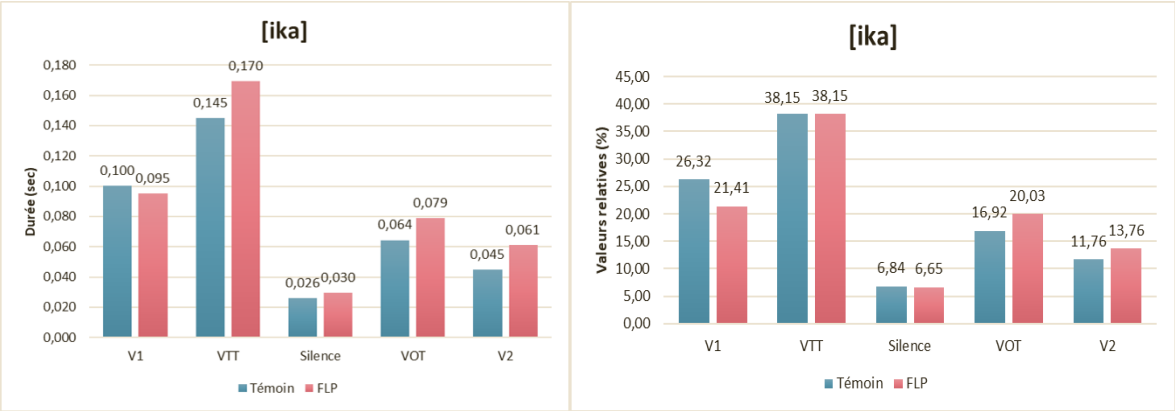

Figure 12. Durées absolues (à gauche) et relatives (à droite) des phases de la séquence [ika] chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins

En ce qui concerne la séquence [ika], les valeurs absolues indiquent que le VTT et le VOT ont tendance à être plus longs chez les locuteurs porteurs de fente palatine. Si on constate cet écart entre la durée absolue du VTT des locuteurs porteurs de fente et celle du VOT des enfants du groupe contrôle, la comparaison des valeurs relatives indiquent que celles du VTT sont comparables pour les deux populations. En revanche, les valeurs relatives du VOT restent plus élevées chez les locuteurs porteurs de fente palatine.

Occlusives voisées [b], [d] et [g]

Il s'agit désormais d'étudier le timing des différentes phases des séquences VCV, dont la consonne cible est une occlusive. Nous débuterons cette description par les consonnes bilabiales, et notamment la séquence [ibi] (figure 13).

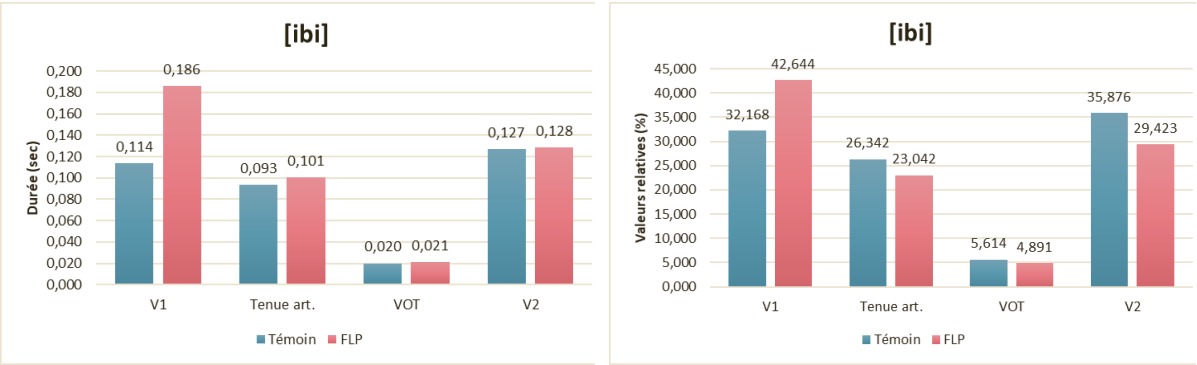

Figure 13. Durées absolues (à gauche) et relatives (à droite) des phases de la séquence [ibi] chez les locuteurs porteurs de fente palatine et les locuteurs témoins

Dans le cas de la séquence [ibi], la durée du VOT est relativement similaire entre les deux groupes de locuteurs. La phase d'occlusion, en valeurs relatives, tend à être plus courte chez les locuteurs porteurs de fente palatine.

La figure 14 illustre la durée des phases constitutives de la séquence [adu] : à gauche, apparaissent les valeurs absolues en secondes, et à droite, les valeurs relatives en pourcentage.

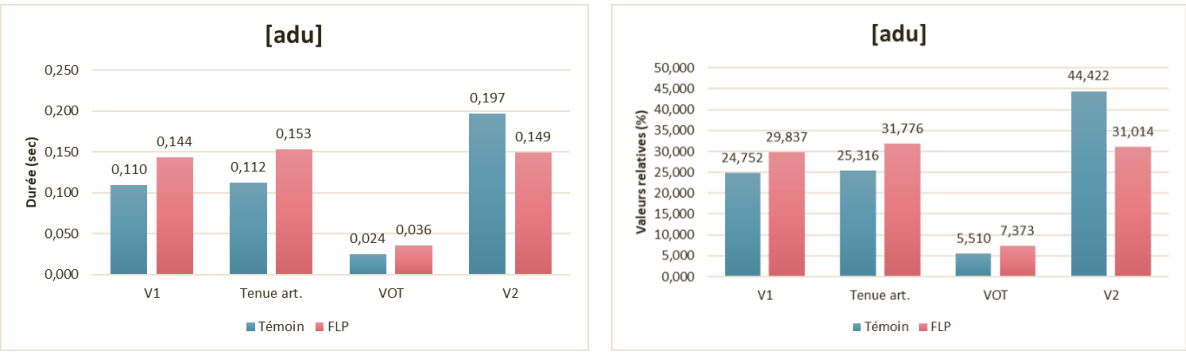

Figure 14. Durées absolues (à gauche) et relatives (à droite) des phases de la séquence [adu] selon le groupe de locuteurs

La durée du VOT tend à être plus longue chez les locuteurs porteurs de fente palatine. La phase d'occlusion de la consonne [d] est elle aussi allongée chez les enfants porteurs de fentes palatine, par rapport aux locuteurs témoins.

La figure 15 concerne la séquence [iga].

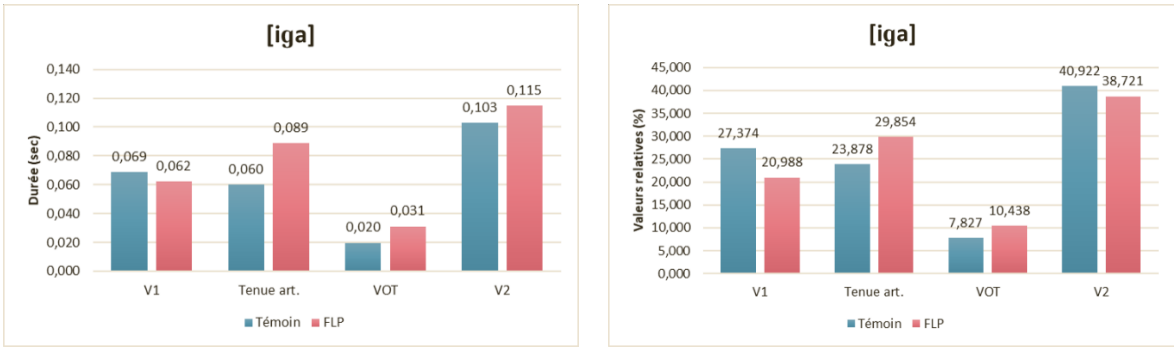

Figure 15. Valeurs absolues (à gauche) et relatives (à droite) de la durée des phases de la séquence [iga] selon le groupe de locuteurs

Le VOT est plus long chez les enfants porteurs de fente palatine. Nous observons également l'allongement de la phase d'occlusion chez ces locuteurs, en comparaison aux locuteurs témoins. Si la durée consonantique est plus élevée chez les locuteurs porteurs de fente, celle des voyelles environnantes, V1 et V2, tend à être plus courte, par rapport aux enfants du groupe contrôle, en termes relatifs.

Fricatives [s] et [ʃ]

Figure 16. Valeurs absolues (à gauche) et relatives (à droite) de la durée des phases de la séquence [asa], chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins

Les valeurs temporelles absolues et relatives indiquent que la durée consonantique fricative [s], au sein de la séquence [asa], est plus longue chez les locuteurs présentant une division palatine (figure 16). Les mêmes faits sont observés pour la séquence [usi] : la durée consonantique est plus longue chez les locuteurs porteurs de fente, par rapport aux locuteurs de contrôle (figure 17).

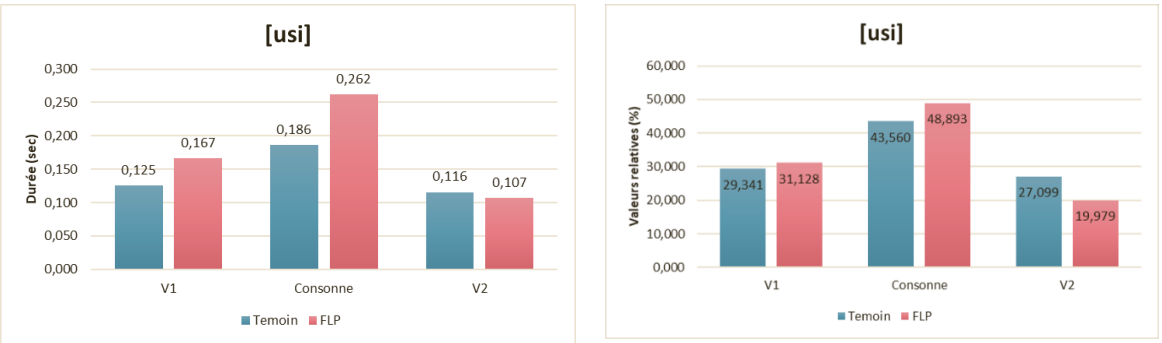

Figure 17. Valeurs absolues (à gauche) et relatives (à droite) de la durée des phases de la séquence [usi] selon le groupe de locuteurs

Il s'agit désormais de décrire l'organisation temporelle de séquences VCV dont la consonne cible est la fricative post-alvéolaire [ʃ]. La figure 18 illustre les durées absolues et relatives de la durée des phases constitutives de la séquence [iʃu].

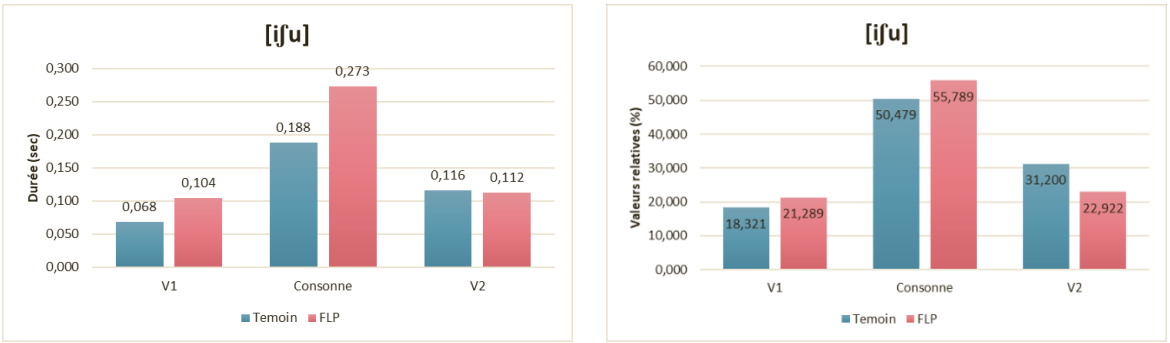

Figure 18. Valeurs absolues (à gauche) et relatives (à droite) des phases de la séquence [iʃu], selon le groupe de locuteurs

Ici également, nous constatons que la durée consonantique est plus longue chez les enfants porteurs de fente palatine. Ce constat est également observable pour le [ʃ], au sein de la séquence [uʃa] (figure 19).

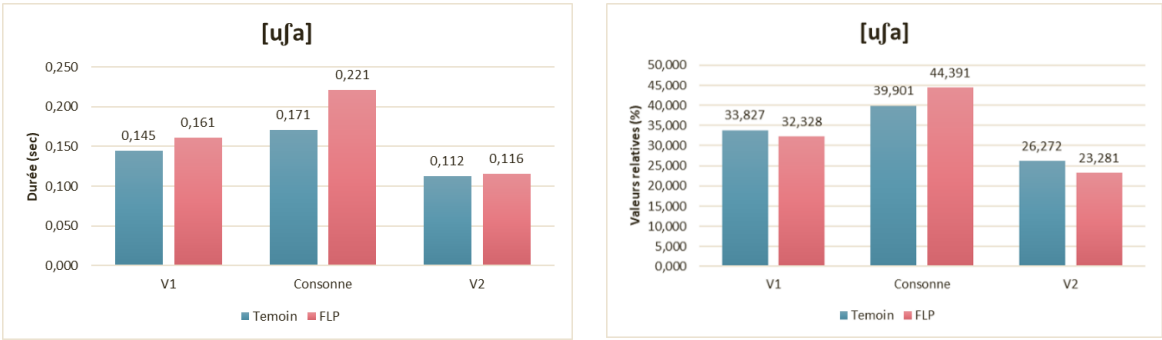

Figure 19. Valeurs absolues (à gauche) et relatives (à droites) de la durée des phases de la séquence [uʃa] selon le groupe de locuteurs

En conclusion, la durée consonantique est généralement plus longue chez les locuteurs porteurs de fente palatine, corroborant ainsi les résultats de Bechet (2011). Nous relevons également l'allongement du VOT de la part des enfants porteurs de fente palatine, en ce qui concerne les consonnes occlusives non voisées. Notons que l'écart de la durée du VOT entre les deux groupes est moins apparent lors de la production de séquence impliquant une occlusive voisée : lors de la production de bilabiales, la durée du VOT est assez similaire pour les deux groupes, tandis que la durée du VOT tend à augmenter chez les locuteurs témoins.

Les voyelles adjacentes ne présentent pas de comportements clairs.

2.1.2 Dépense expiratoire par cycle consonantique

Les mesures de la dépense expiratoire ont été effectuées à partir de l'amplitude du geste thoraco-abdominal durant la réalisation d'un cycle consonantique. Il s'agit donc de l'intervalle entre les valeurs respiratoires correspondant au début et à la fin du cycle consonantique (VVT-VVT). Ces mesures sont exprimées en %MD.

2.1.2.a. Effet du voisement de la consonne sur la dépense expiratoire

L'amplitude expiratoire varie sous l'effet du voisement, mais également selon le groupe de locuteurs (figure 20).

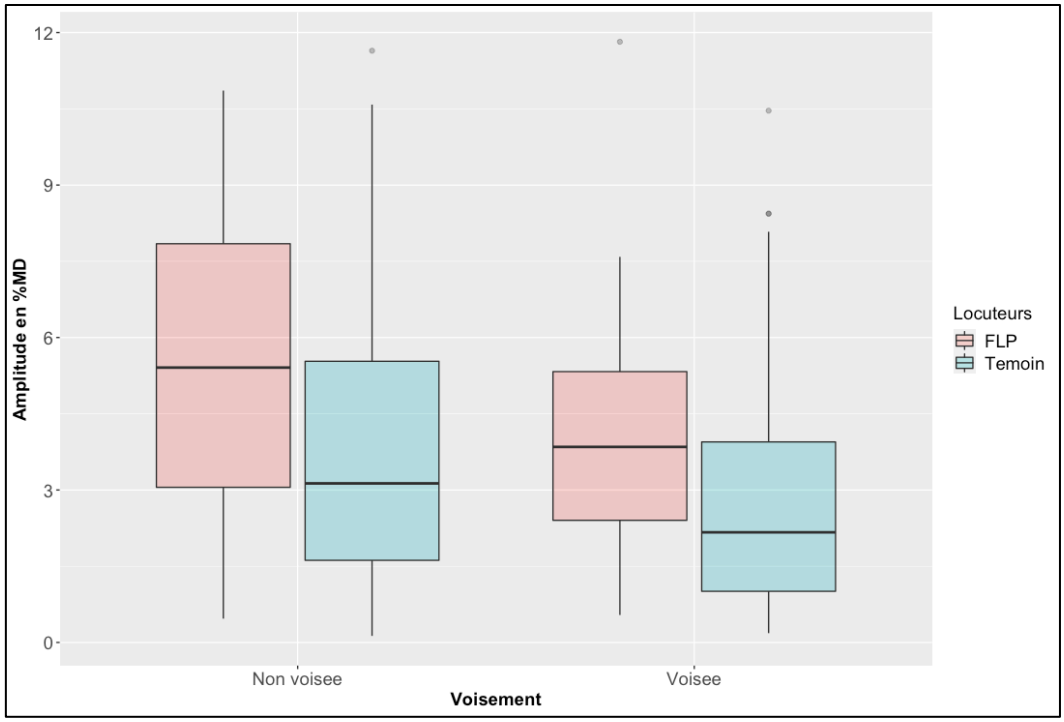

Figure 20. Amplitude expiratoire (%MD) durant la réalisation de cycles consonantiques voisés et non voisés par les locuteurs témoins et ceux porteurs de fente palatine

Au regard des résultats, l'amplitude du geste expiratoire lors de la réalisation du cycle consonantique non voisé tend à être supérieure à celle assimilée aux cycles consonantiques voisés,

comme cela est attendu. En effet, les consonnes non voisées nécessitent une pression intraorale plus élevée que leurs homologues voisées. Toutefois, la différence due au voisement n'est pas significative (p = 0,058).

Les groupes de locuteurs se démarquent (F = 10,122 ; p = 0,002). En effet, la dépense expiratoire durant le cycle consonantique des locuteurs porteurs de fente palatine est significativement plus élevée que celle des locuteurs de contrôle. L'amplitude expiratoire médiane des enfants présentant une division palatine est de 5,353 %MD, lors de la réalisation d'un cycle consonantique non voisé, et de 3,848 %MD au cours d'un cycle voisé. La dépense expiratoire typique, associée aux cycles non voisés de ces locuteurs, varie entre 2,403 et 5,329 %MD. En ce qui concerne les cycles voisés, les valeurs les plus représentatives oscillent entre 3,053 et 7,845 %MD.

Les locuteurs du groupe témoin utilisent 3,130 %MD, et 2,167 %MD de leur capacité expiratoire, lors de la production de cycles consonantiques non voisés et voisés, respectivement. L'amplitude expiratoire est comprise entre 1,617 et 5,523 %MD, en l'absence de voisement, et entre 1,007 et 3,945 %MD, lorsque les consonnes articulées nécessitent la mise en vibration des plis vocaux.

Les écarts interquartiles révèlent que la contribution expiratoire est plus variable lors de la production d'un cycle consonantique non voisé, aussi bien chez les locuteurs témoins (voisé = 2,938 ; non voisé = 3,916) que chez les locuteurs de fentes palatines (voisé = 2,926 ; non voisé = 4,792). La variabilité accrue, liée aux cycles non voisés, peut trouver son origine dans le fait que deux modes articulatoires différents soient représentés dans cette catégorie, le mode articulatoire pouvant également avoir un effet sur la contribution expiratoire. La figure 20 met également au jour un certain équilibre dans la distribution des valeurs les plus représentatives de l'amplitude, chez les locuteurs porteurs de fente palatine : les amplitudes dont les valeurs sont inférieures à la médiane sont tout aussi variables que celles situées au-dessus. En revanche, chez les locuteurs témoins, les amplitudes inférieures à la médiane sont plus resserrées, par conséquent moins variables, que celles situées au-dessus.

En complément de cette description, nous proposons d'étudier la dépense expiratoire par cycle consonantique, selon la présence ou non de déperdition nasale et sa sévérité, reflétant

l'efficacité de la fermeture du port vélo-pharyngée. La figure 21 illustre la répartition des valeurs relative à l'amplitude expiratoire par cycle consonantique, selon le voisement de la consonne cible et selon le groupe de locuteurs.

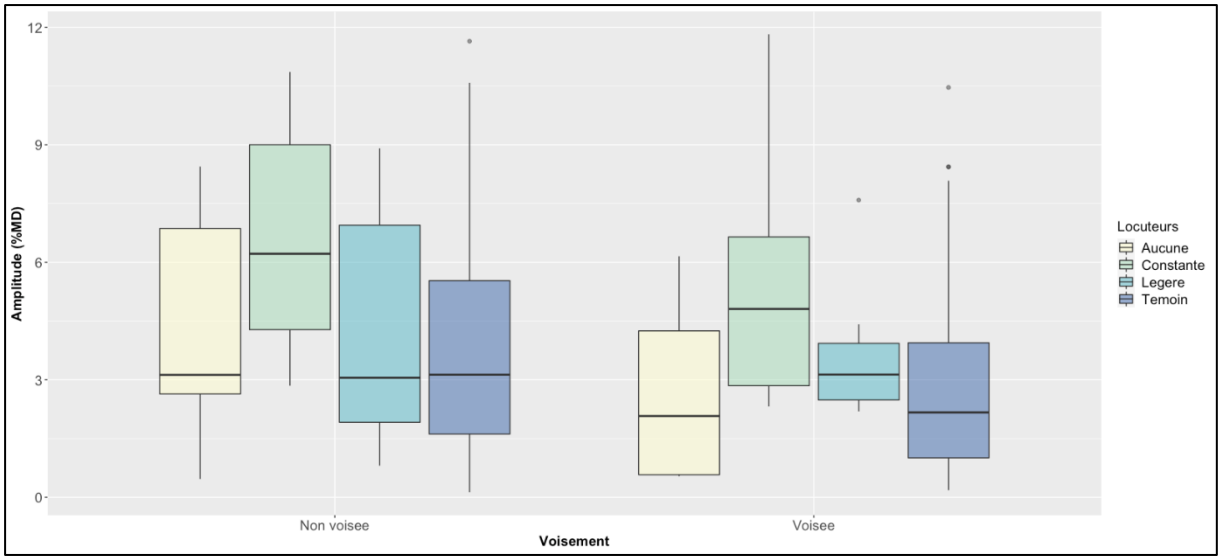

Figure 21. Amplitude expiratoire par cycle consonantique (%MD), selon le voisement et selon l'atteinte du voile du palais

Les données indiquent que la dépense par cycle consonantique est plus élevée chez les locuteurs présentant une déperdition nasale constante, que la consonne soit voisée ou non. Néanmoins, si ces locuteurs se distinguent significativement des autres groupes, lors de la production d'un cycle non voisé (F = 2,862 ; p = 0,001), l'écart dans le contexte voisé n'est pas significatif (p = 0,342).

L'amplitude médiane de ces locuteurs est de 6,217 %MD pour un cycle non voisé, et 4,808 %MD pour un cycle voisé. Lors de la réalisation de cycles consonantiques non voisés, les valeurs de l'amplitude expiratoire sont relativement constantes entre les trois autres groupes de locuteurs (FP-A = 3,125 %MD ; FP-L = 3,053 %MD ; Témoin = 3,129 %MD). En ce qui concerne les cycles consonantiques voisés, tandis qu'une légère baisse de la contribution expiratoire est constatée auprès des locuteurs sans déperdition nasale (FP-A = 2,075 %MD) et de ceux du groupe contrôle (Témoin = 2,167 %MD), celle des locuteurs présentant une déperdition légère reste relativement stable (FP-DL = 3,133 %MD).

La variabilité de l'amplitude expiratoire est plus manifeste dans les contextes de production d'un cycle consonantique non voisé que voisé. En ce qui concerne les cycles consonantiques non voisés, la figure 21 rend compte également d'une importante variabilité pour les valeurs situées au-dessus de la médiane, celles situées en-dessous étant plus condensées. Lors de la production de cycle consonantique voisé, la variabilité de la dépense expiratoire se réduit pour les locuteurs témoins et pour ceux présentant une déperdition nasale légère.

2.1.2.b. Effet du mode articulatoire sur l'amplitude expiratoire

La figure 22 représente la répartition des valeurs de l'amplitude expiratoire lors de la production des cycles consonantiques occlusifs et fricatifs, en fonction des locuteurs porteurs de fente palatine et de ceux du groupe contrôle.

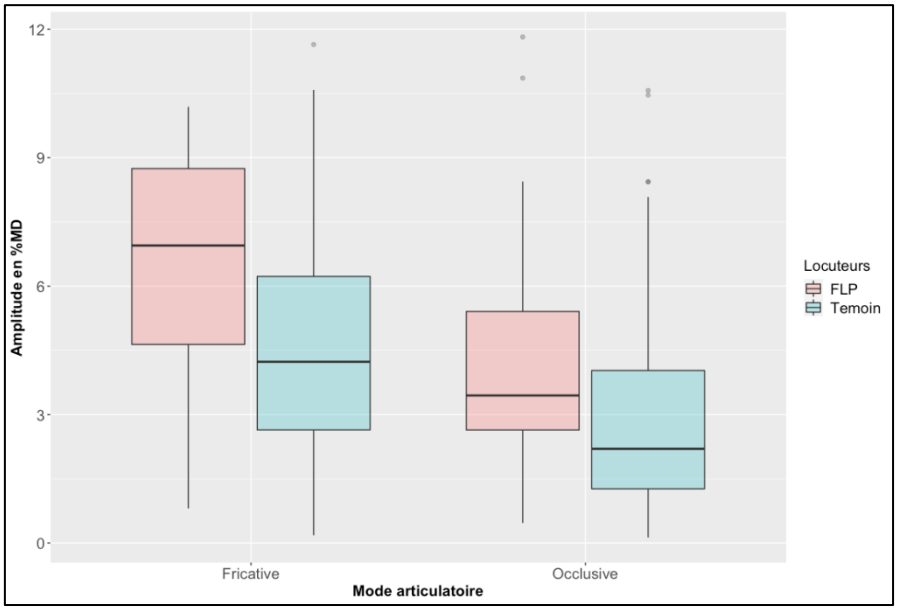

Figure 22. Amplitude expiratoire (en %MD) lors de la réalisation de cycles consonantiques fricatifs et occlusifs, selon le groupe de locuteurs

Le mode articulatoire a une incidence notable sur l'amplitude expiratoire. En effet, l'amplitude est significativement plus importante lorsque la consonne articulée est une fricative, en comparaison à une occlusive ($F = 1{,}928$; $p < 0{,}001$), et ce, quel que soit le groupe de locuteurs. En effet, la production d'une fricative non voisée suscite une dépense expiratoire plus importante

qu'une occlusive, qu'elle soit voisée ou non. Nous constatons que les valeurs de l'amplitude expiratoire, lors de la réalisation des occlusives voisées et non voisées, sont relativement similaires, aussi bien pour les locuteurs porteurs de fente que pour les locuteurs témoins.

Considérant les groupes de locuteurs indépendamment, il apparait que la dépense expiratoire durant le cycle consonantique des enfants porteurs de fente palatine est supérieure à celle des locuteurs témoins, quel que soit le mode articulatoire ($F = 17{,}746$; $p < 0{,}001$).

En ce qui concerne les cycles consonantiques fricatifs, l'amplitude expiratoire médiane est de 6,989 %MD chez les enfants porteurs de fente, tandis qu'elle est de 4,233 %MD chez les locuteurs témoins. Si les valeurs de l'amplitude diminuent lors de la production des occlusives, ce sont les mêmes patterns qui sont identifiés. En effet, la contribution expiratoire des locuteurs porteurs de fente palatine est plus élevée que celle des locuteurs de contrôle (FLP = 3,379 %MD ; Témoin =1,322 %MD). La dépense expiratoire est donc plus importante chez les locuteurs porteurs de fente.

La dépense expiratoire par cycle consonantique fricatif chez les locuteurs porteurs de fente palatine varie entre 4,640 et 8,746 %MD, tandis qu'elle est comprise entre 2,640 et 5,409 %MD, lors d'un cycle consonantique occlusif. L'écart interquartile est plus important dans le contexte d'une consonne fricative, traduisant une plus grande variabilité de la contribution thoraco-abdominale, lors de la production d'un cycle fricatif (fricative = 4,106 ; occlusive = 2,768). En ce qui concerne les locuteurs témoins, les valeurs de l'amplitude expiratoire les plus représentatives sont comprises entre 2,642 et 6,227 %MD, et entre 1,267 et 4,030 %MD, lors de la production d'un cycle consonantique fricatif et d'un cycle occlusif, respectivement. À l'instar des locuteurs présentant une malformation palatine, la dépense expiratoire est plus variable, lors de la production d'un cycle consonantique fricatif par rapport à un cycle consonantique occlusif (écarts interquartiles : fricative = 3,585 ; occlusive = 2,763).

Afin de nous assurer que les différences relevées selon le mode articulatoire ne soient pas biaisées par l'effet du voisement, nous proposons une analyse croisée de ces deux caractéristiques articulatori-acoustiques (figure 23).

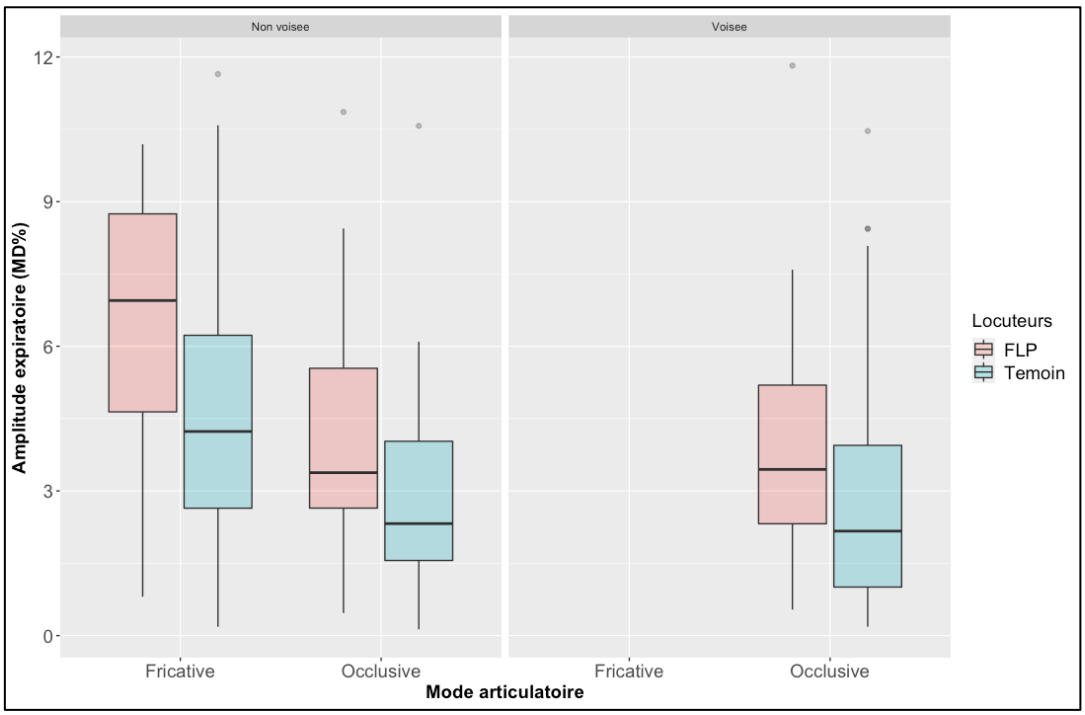

Figure 23. Distribution des valeurs de l'amplitude expiratoire par cycle consonantique (%MD) selon le mode articulatoire et le voisement, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins

Les résultats confirment les précédentes observations. La dépense expiratoire par cycle consonantique non voisé des fricatives est supérieure à celle des cycles occlusifs, qu'ils soient voisés ou non, et ce, quel que soit le groupe de locuteurs. Contre toute attente, l'amplitude du geste expiratoire lors de la réalisation de cycles consonantiques occlusifs non voisés est similaire à celle associée à leurs homologues voisés, aussi bien chez les locuteurs porteurs de fente palatine (occlusive non voisée = 3,379 %MD ; voisée = 3,446 %MD) que chez les locuteurs du groupe contrôle (occlusive non voisée = 2,322 %MD ; voisée = 2,167 %MD).

Nous pouvons en déduire que la différence entre les cycles voisés et non voisés observée au début de cette partie relèverait principalement du mode articulatoire.

Nous proposons désormais de nous intéresser à la dépense expiratoire suivant l'efficacité de la fermeture du port vélo-pharyngé qui sera appréciée à travers la présence ou non d'une déperdition nasale, ainsi que par son degré de sévérité (légère *vs* constante) (figure 24).

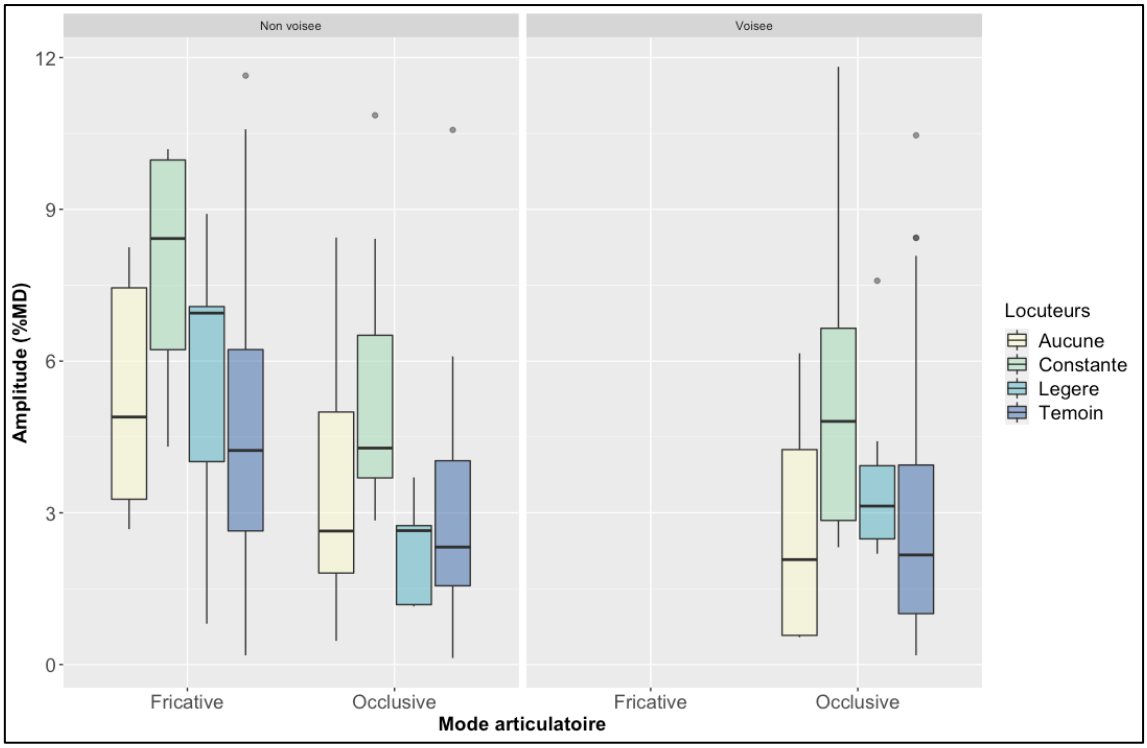

Figure 24. Amplitude expiratoire lors de la production d'un cycle consonantique (%MD) selon l'efficacité de la fermeture vélo-pharyngée

Les locuteurs dont l'atteinte vélo-pharyngée est la plus sévère (déperdition nasale constante) se démarquent des autres groupes de locuteurs : la dépense expiratoire par cycle consonantique est significativement supérieure à celles des autres groupes (F = 2,317; p = 0,0165), et ce, quels que soient le mode articulatoire (fricative : constante = 8,423 %MD ; aucune = 4,895 %MD ; légère = 6,949 %MD ; témoin = 4,233 %MD ; occlusive non voisée : constante = 4,280 %MD ; aucune = 2,640 %MD ; légère = 2,648 ; témoin = 2,322 %MD) et le voisement de la consonne cible (occlusive voisée : constante = 4,808 %MD ; aucune = 2,075 %MD ; légère = 3,133 %MD ; témoin = 2,167 %MD).

En ce qui concerne les locuteurs souffrant d'une déperdition nasale légère, la dépense expiratoire par cycle consonantique tend à être plus élevée que celle des locuteurs dont la fonction vélo-pharyngée est adéquate. Néanmoins, la différence n'est pas significative (F = 1,064 ; p = 0,984).

C'est lors de la production du cycle consonantique fricatif que ce groupe de locuteurs se distingue le plus des autres (légère = 6,949 %MD ; aucune = 4,895 %MD ; témoin = 4,233 %MD), se rapprochant des valeurs des locuteurs dont la déperdition est constante.

L'amplitude expiratoire des locuteurs porteurs de fente palatine, dont le voile du palais n'est pas altéré, tend à être plus élevée que celle des locuteurs témoins, excepté lors de la réalisation de cycles consonantiques occlusifs voisés, durant lesquels ils présentent des valeurs proches des locuteurs de contrôle.

Enfin, la dépense expiratoire est plus importante lors de la réalisation des fricatives non voisées, quel que soit le groupe de locuteurs, suggérant que ces consonnes nécessitent une contribution thoraco-abdominale plus importante que les autres consonnes.

2.1.2.c. Étude de la corrélation entre la dépense expiratoire et le timing des cycles consonantiques

Selon Warren & Wood (1969), la dépense expiratoire serait également dépendante de la durée de la consonne. Celle-ci pouvant être affectée par les malformations palatines (Bechet, 2011), il convient de vérifier si la variabilité des comportements respiratoires est imputable à la variation de la durée de la consonne et/ou du cycle consonantique (VVT-VVT).

Interaction entre l'amplitude expiratoire et la durée de la consonne

Avant toute chose, nous comparerons la durée des consonnes selon leur mode articulatoire et le voisement, puis entre les deux groupes de locuteurs. Les valeurs absolues de la durée des consonnes, en secondes, sont présentées dans la figure 25.

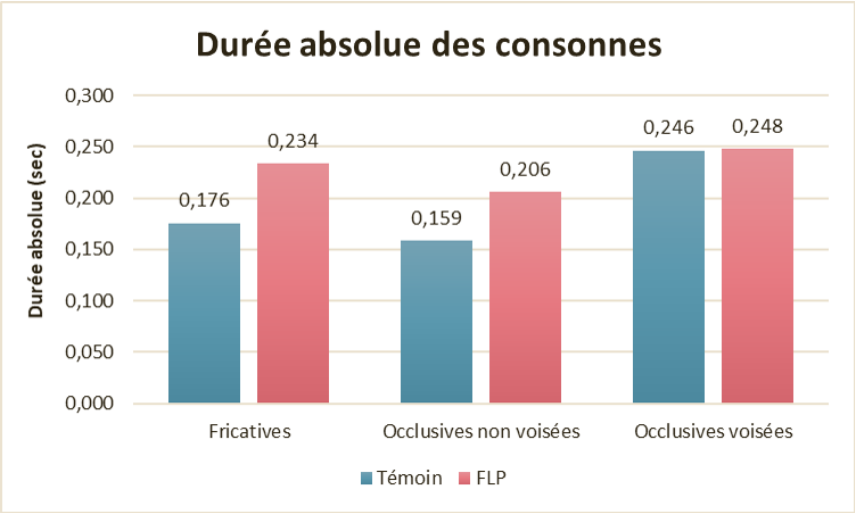

Figure 25. Durées moyennes des consonnes (en seconde) selon leur mode articulatoire et leur voisement, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins

Les consonnes non voisées, fricatives et occlusives, sont plus longues chez les locuteurs porteurs de fente palatine, en comparaison au groupe contrôle (fricative : FLP = 0,234 sec ; Témoin = 0,176 sec ; occlusive non voisée : FLP = 0,206 sec ; Témoin = 0,159 sec). Pour les deux groupes de locuteurs, la durée des fricatives est plus longue que celle de consonnes occlusives non voisées. Ces deux observations sont confirmées par les valeurs relatives de la durée des consonnes, calculées par rapport à la durée totale de la séquence VCV (figure 26).

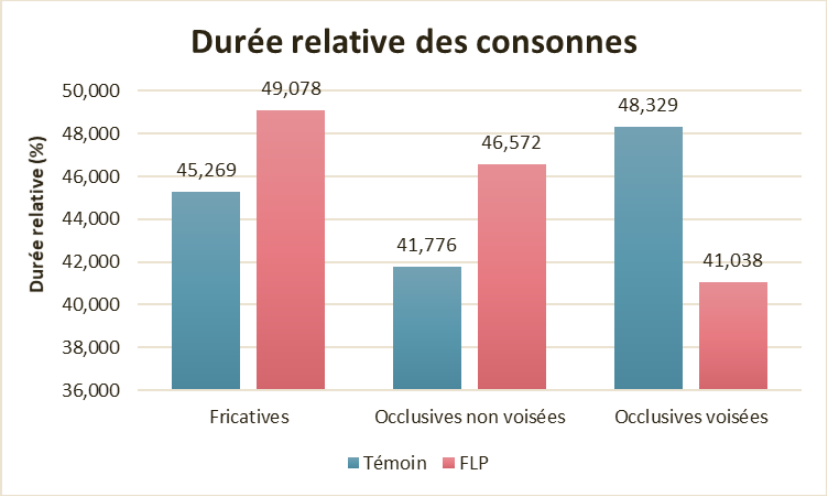

Figure 26. Durées relatives des consonnes (en %) selon leur mode articulatoire et leur voisement, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins

Les valeurs temporelles des occlusives voisées se distinguent des consonnes non voisées. En effet, la durée absolue des locuteurs témoins et celle des enfants présentant une malformation palatine sont relativement proches (FLP = 0,248 sec ; Témoin = 0,246 sec). En revanche, les valeurs relatives, exprimées en pourcentage, mettent au jour une autre réalité : la durée relative des occlusives voisées, par rapport à la durée de la séquence VCV, est plus importante chez les locuteurs témoins.

Enfin, il apparait que la durée absolue des occlusives voisées, tous locuteurs confondus, est plus élevée que celle des autres consonnes. Si cela se confirme par les valeurs relatives pour les locuteurs témoins, le constat n'est pas le même pour les locuteurs porteurs de fente palatine : la durée relative de la consonne représente 41,038 % de la durée de la séquence VCV, soit 5,534 % de moins que son homologue non voisée et 8,040 % de moins que la fricative, faisant d'elle la consonne la moins longue par rapport à la séquence VCV.

Il s'agit désormais d'étudier l'interaction entre la durée de la consonne, constituant le cycle consonantique cible, et la dépense expiratoire durant sa production, représentée ici par la figure 27.

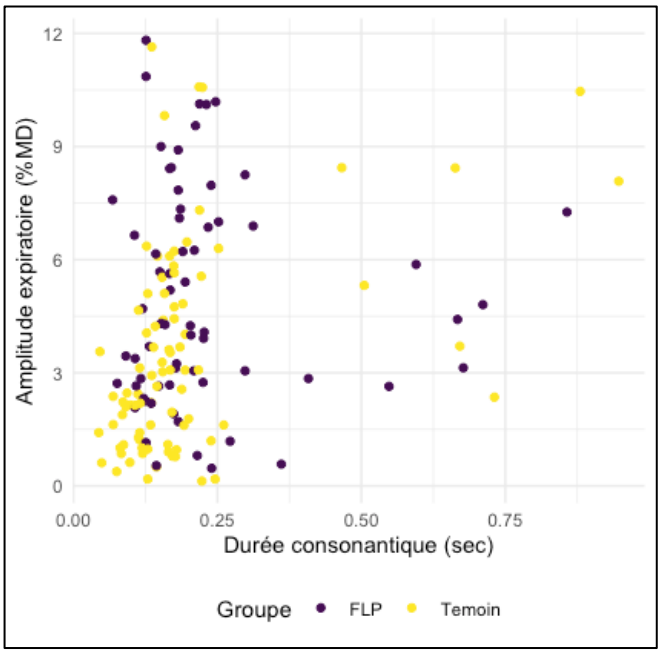

Figure 27. L'amplitude expiratoire durant le cycle consonantique (%MD) en fonction de la durée de la consonne cible chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins

Une analyse de régression linéaire a été réalisée en vue de tester les effets de la durée consonantique sur le geste expiratoire. Les résultats indiquent que la variation de la durée de la consonne n'a aucune incidence sur la dépense expiratoire (p = 0,998). En conséquence, la dépense expiratoire plus importante relevée pour les fricatives, tous locuteurs confondus, n'est pas liée à leur durée.

Selon la figure 27, la majorité des valeurs de l'amplitude expiratoire est condensée entre 0,044 et 0,260 seconde. Les valeurs de la contribution expiratoire comprises dans cet intervalle de temps varient entre 0,126 %MD et 11,819 %MD. En d'autres termes, le geste expiratoire entre 0,05 et 0,25 seconde peut être faible ou important, allant jusqu'à atteindre 11,643 %MD pour les locuteurs témoins, et 11,819 %MD pour les locuteurs porteurs de fente.

La relation entre l'amplitude expiratoire et la durée du cycle consonantique (VVT-VVT)

Un intérêt est également porté sur la relation entre l'amplitude expiratoire et la durée du cycle consonantique (VVT-VVT). Nous commencerons par la description de la durée des cycles consonantiques selon le mode articulatoire et le voisement de la consonne cible.

La figure 28 présente les valeurs absolues de la durée, en seconde, des différents cycles consonantiques, en comparant les locuteurs témoins et porteurs de fente palatine.

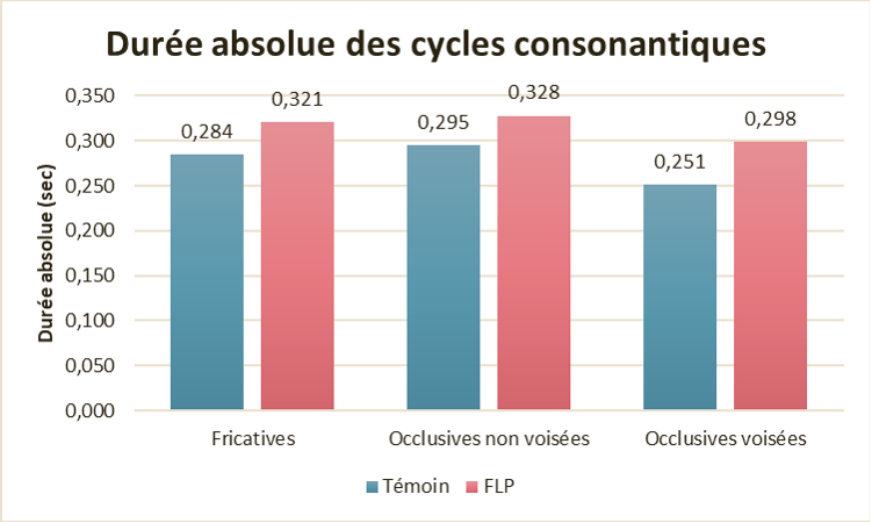

Figure 28. Valeurs absolues de la durée des cycles consonantiques VVT-VVT selon le mode articulatoire et le voisement de la consonne cible, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins

La durée des cycles consonantiques tend à être plus longue chez les locuteurs porteurs de fente palatine, quelle que soit la consonne cible. Par ailleurs, les cycles consonantiques sont légèrement plus longs lorsqu'ils contiennent une occlusive non voisée que lorsqu'ils contiennent une fricative : en effet, le cycle consonantique dure 0,284 seconde et 0,295 seconde lorsque la consonne cible est une fricative et occlusive non voisée, respectivement, pour les locuteurs témoins, et 0,321 et 0,328 seconde pour les locuteurs présentant une malformation palatine. En outre, il apparait que les cycles consonantiques occlusifs voisés sont plus courts que les autres, et ce, quel que soit le groupe de locuteurs.

La comparaison de ces valeurs avec celles de la durée relative des cycles consonantiques, par rapport à la durée totale de la séquence VCV, offre une autre vision (figure 29) : la durée des cycles consonantiques non voisés au sein des séquences VCV est plus longue chez les locuteurs témoins (fricatives = 73,331 % ; occlusives non voisées = 77,597 %) que chez les enfants souffrant d'une malformation palatine (fricatives = 67,415 % ; occlusives non voisées = 74,132 %). En revanche, la durée relative des cycles consonantiques contenant une occlusive voisée, reste relativement stable entre les deux groupes de locuteurs (FLP = 49,386 % ; Témoin = 49,286 %).

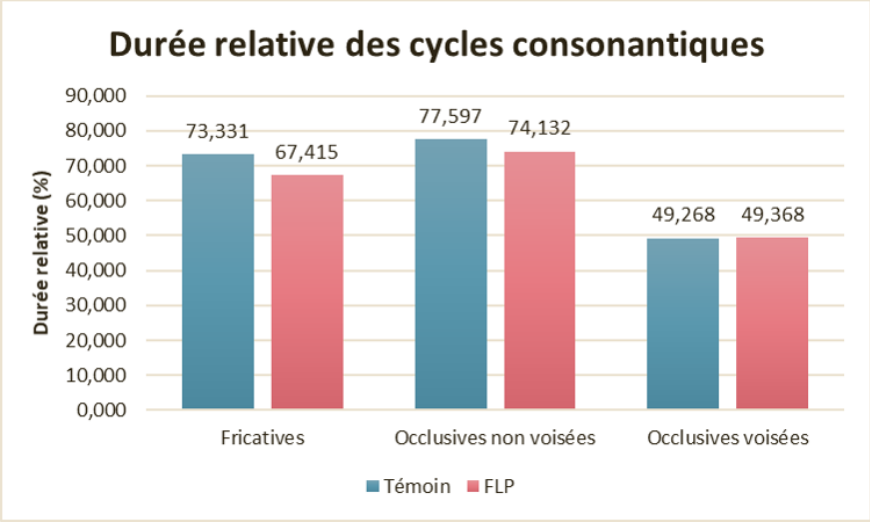

Figure 29. Valeurs relatives de la durée du cycle consonantique (en %) suivant le mode articulatoire et le voisement de la consonne cible, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins

Si les résultats précédemment exposés ne révèlent aucun effet de la durée de la consonne sur la dépense expiratoire durant le cycle consonantique, il convient de vérifier l'éventuel impact de la durée totale du cycle consonantique (VVT-VVT) sur l'amplitude expiratoire. Pour ce faire, une analyse de régression linéaire multiple a été opérée. Le faible indice de significativité (p = 0,903) indique que la variation de la dépense expiratoire n'est pas attribuable à la durée des cycles consonantiques.

La figure 30 rend compte de la relation entre ces deux variables.

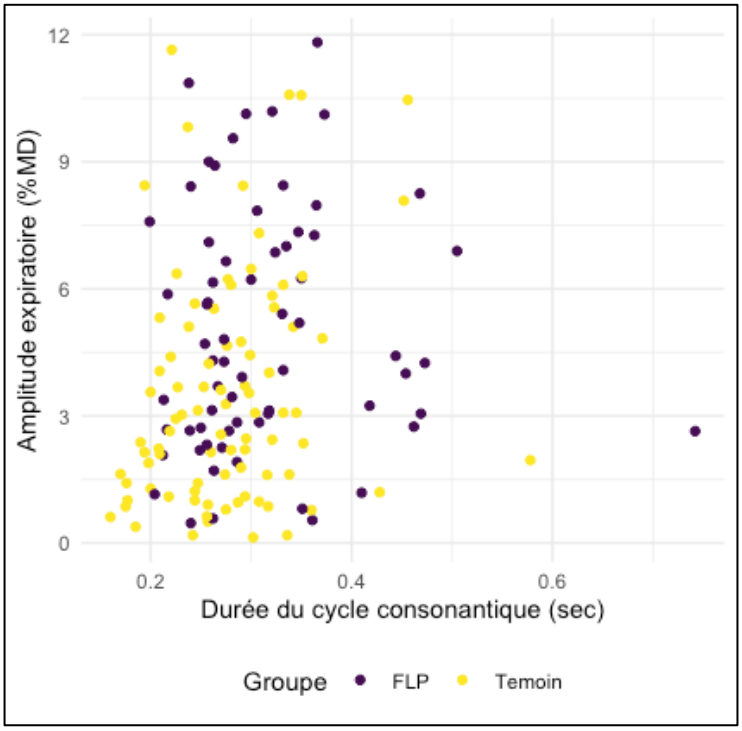

Figure 30. Amplitude expiratoire durant le cycle consonantique (%MD) en fonction de sa durée, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins

La distribution des valeurs de l'amplitude expiratoire selon la durée du cycle consonantique est similaire à celles observées précédemment pour la durée de la consonne. La majorité des valeurs de l'amplitude est condensée entre 0,194 et 0,382 seconde. Pour un cycle consonantique court, la dépense expiratoire peut être aussi bien élevée que faible. Par ailleurs, les gestes expiratoires des locuteurs témoins sont essentiellement compris entre 0,126 %MD et 6,271 %MD, tandis que chez les enfants porteurs de fente palatine, les valeurs sont plutôt dispersées.

En résumé

Les locuteurs porteurs de fente palatine mobilisent une plus grande contribution expiratoire, lors de la réalisation des cycles consonantiques, que les locuteurs témoins. La dépense expiratoire est d'autant plus importante chez les enfants dont l'atteinte du voile du palais est la plus sévère.

L'amplitude du geste expiratoire par cycle consonantique est sensible au mode articulatoire, la réalisation d'une fricative suscitant une dépense expiratoire plus importante qu'une occlusive. Si la contribution expiratoire tend à être plus élevée, lors de la réalisation de cycles consonantiques non voisés par rapport aux cycles voisés, la différence n'est pas significative, celle-ci étant principalement due à l'effet du mode articulatoire.

La variation de la dépense expiratoire n'est imputable ni à la durée de la consonne, ni à la durée totale du cycle consonantique VVT-VVT.

2.2 Étude de l'expiration durant le groupe de souffle

Il s'agit désormais d'étudier la portée du cycle consonantique sur l'ensemble du mouvement expiratoire. Pour ce faire, nous nous sommes intéressée à la gestion expiratoire durant la totalité du groupe de souffle.

Dans un premier temps, nous nous concentrerons sur l'amplitude expiratoire, en relation avec les caractéristiques articulatori-acoustiques des cycles consonantiques cibles (voisement, mode articulatoire, lieu d'articulation). Dans un deuxième temps, nous examinerons également le volume pulmonaire estimé auquel les locuteurs terminent la phonation (LVT). Dans un troisième temps, un intérêt sera porté aux effets du nombre de consonnes non voisées sur la pente expiratoire.

2.2.1 Étude de l'amplitude expiratoire du groupe de souffle selon la consonne cible

Cette partie de l'étude porte sur l'amplitude expiratoire, à savoir l'intervalle entre le volume pulmonaire estimé au début de la prise de parole (LVI) et le volume pulmonaire estimé à la fin de

l'acte phonatoire (LVT). Il est exprimé en pourcentage par rapport au déplacement maximal (%MD).

La figure 31 représente la distribution des valeurs de l'amplitude expiratoire durant la totalité du groupe de souffle, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et ceux du groupe contrôle.

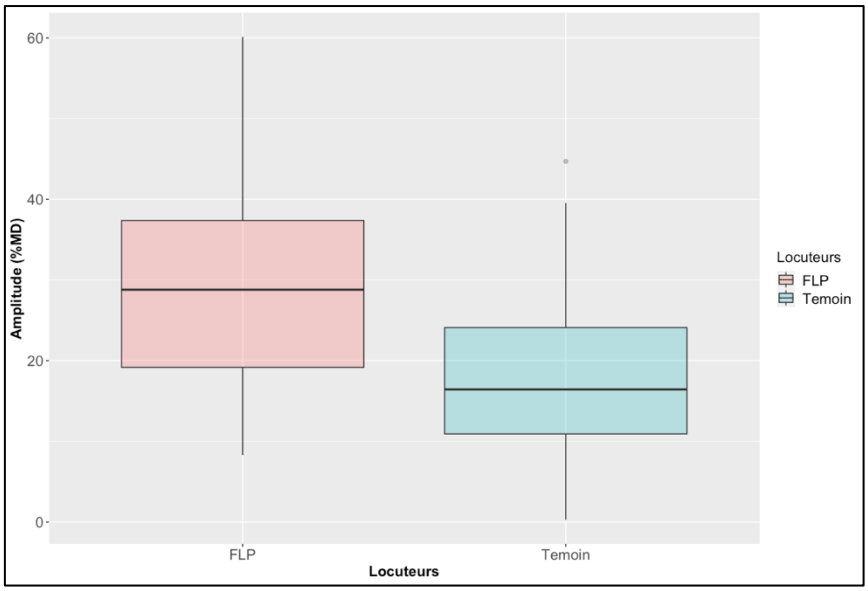

Figure 31. Valeurs de l'amplitude expiratoire (%MD) du groupe de souffle chez les locuteurs témoins et porteurs de fente palatine

La figure 31 montre une différence significative entre les locuteurs porteurs de fente et témoins, confirmée par l'analyse de variance à modèle mixte (F = 4,610 ; p = 0,0004).

L'amplitude expiratoire médiane des enfants présentant une division palatine est de 28,998 %MD. Pour ces locuteurs, les valeurs typiques sont comprises entre 19,170 %MD et 37,373 %MD. En ce qui concerne les locuteurs témoins, les valeurs les plus représentatives de l'amplitude expiratoire varient entre 10,924 MMD et 24,101 %MD, tandis que la valeur médiane est de 16,441 %MD. Durant la production des phrases porteuses, les locuteurs porteurs de fente palatine produisent des gestes expiratoires plus importants que les locuteurs témoins, suggérant la mobilisation de plus grands volumes d'air.

Afin de compléter cette description, nous nous intéressons aux effets des caractéristiques articulatori-acoustiques de la consonne cible sur l'ensemble du groupe de souffle (figure 32). Les résultats détaillés sont consultables en annexe (*cf.* Annexe 10). Notons toutefois que certaines amplitudes expiratoires au niveau des groupes de souffle se démarquent selon le lieu d'articulation. Nous pensons que cela résulte surtout du nombre de consonnes non voisées et/ou du nombre de syllabes par groupe.

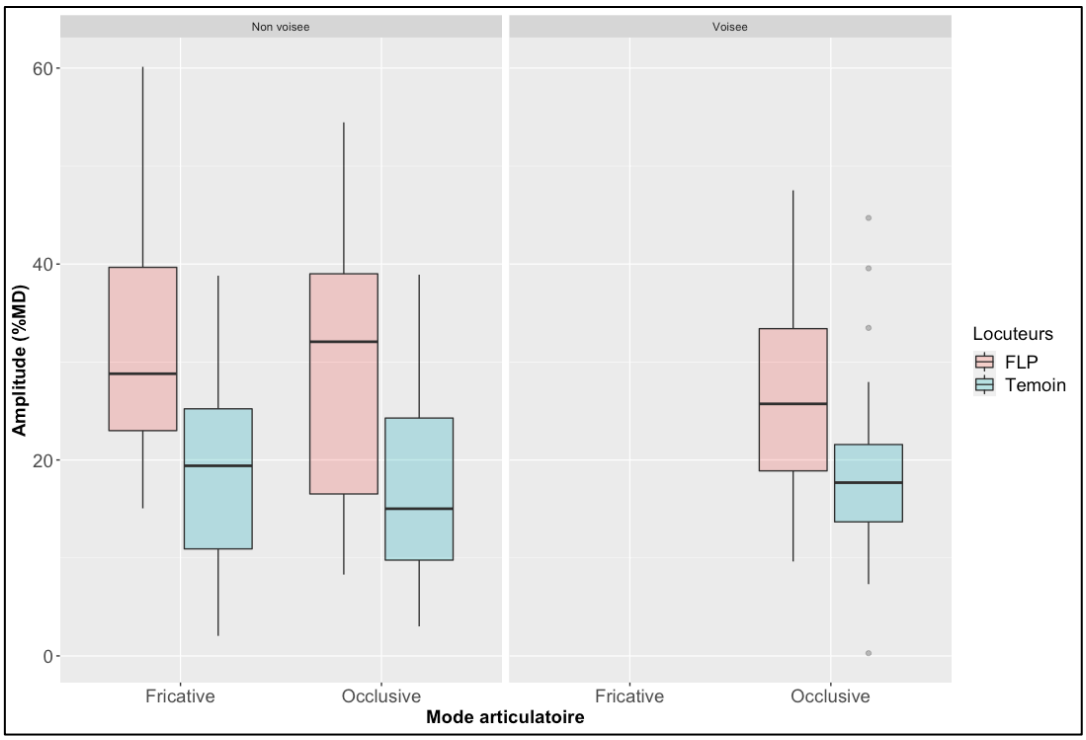

Figure 32. Amplitude expiratoire du groupe de souffle (%MD) selon le mode articulatoire et le voisement de la consonne cible, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins

Le voisement de la consonne cible ainsi que son mode articulatoire n'ont aucune répercussion significative sur l'amplitude expiratoire globale (F = 0,368 ; p = 0,542). Quel que soit le cycle consonantique cible contenu dans la phrase porteuse, la dépense expiratoire est toujours plus élevée chez les locuteurs porteurs de fente palatine.

L'amplitude expiratoire du groupe de souffle a également fait l'objet d'une analyse suivant l'atteinte de la fonction vélo-pharyngée (figure 33).

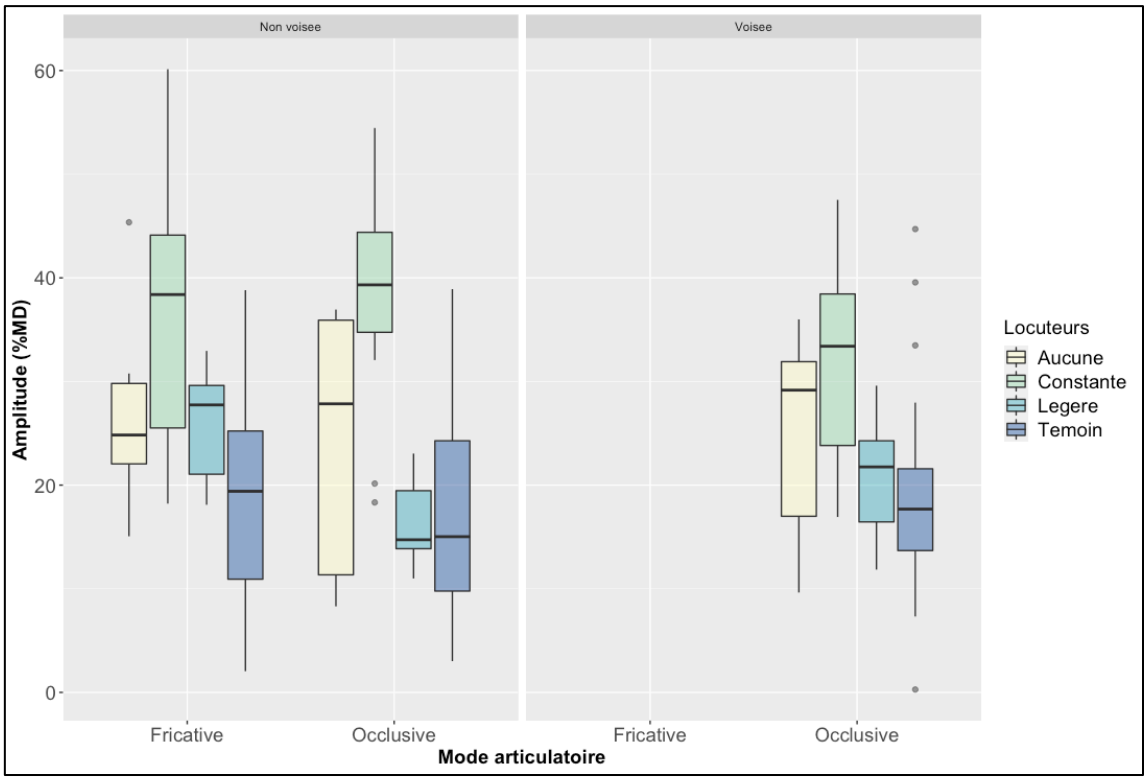

Figure 33. Amplitude expiratoire par groupe de souffle (%MD) selon le voisement et le mode articulatoire d la consonne cible, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins

Il apparait que la dépense expiratoire par groupe de souffle est significativement plus élevée chez les locuteurs présentant une déperdition nasale constante (F = 40,698 ; *p* = 0,003) lors de la production de consonne non voisée (fricative : FP-DC = 38,387 %MD ; FP-A = 24,836 %MD ; FP-DL = 27,741 %MD ; Témoin = 19,405 %MD ; occlusive non voisée : FP-DC = 39,342 %MD ; FP-A = 27,846 %MD ; FP-DL = 14,729 %MD ; Témoin = 15,025 %MD). En revanche, lors de la production des groupes de souffle dont la consonne cible est une occlusive voisée, l'amplitude expiratoire, bien que toujours plus élevée, ne diffère plus significativement de celle des locuteurs porteurs de fente ne présentant aucune déperdition. En effet, dans ce contexte, les locuteurs dont la fonction vélo-pharyngée est adéquate augmentent la dépense expiratoire, tandis que les locuteurs avec une déperdition constante tendent à réduire la leur, réduisant l'écart entre les deux groupes (FP-DC = 33,402 %MD ; FP-A = 29,166 %MD).

La contribution expiratoire des locuteurs porteurs de fente palatine et d'une déperdition nasale légère tend à être plus élevée que celles des locuteurs témoins, bien que l'écart soit non significatif (F = -7,024 %MD ; p = 0,721).

L'analyse de variance à modèle mixte ne révèle aucun effet significatif du mode articulatoire (F = 1,028 ; p = 0,312) et du voisement (F = 0,006 ; p = 0,939) sur l'amplitude expiratoire du groupe de souffle.

2.2.2 Analyse des effets du contenu articulatoire des groupes de souffle sur l'amplitude expiratoire

Il s'agit désormais d'étudier la relation entre l'amplitude du geste expiratoire et la composition (syllabes et nombre de consonnes non voisées) du groupe de souffle. Rappelons que, pour cette étude, nous n'avons conservé que les phrases porteuses produites sans interruption majeure (silence supérieur à la durée de la tenue consonantique d'une occlusive) et réalisées au sein d'un seul groupe de souffle. De ce fait, toute phrase interrompue par une inspiration a été exclue du corpus analysé. Les phrases porteuses variant en nombre de syllabes prononcées et en nombre de consonnes non voisées, il s'agit de voir si ces variables ont un effet notable sur l'amplitude expiratoire, et dans quelle mesure. Nous commencerons par l'analyse de l'amplitude suivant le nombre de consonnes non voisées par groupe de souffle.

La figure 34 représente l'évolution de l'amplitude expiratoire selon le nombre de consonnes non voisées au sein du groupe de souffle, et en fonction du groupe de locuteurs.

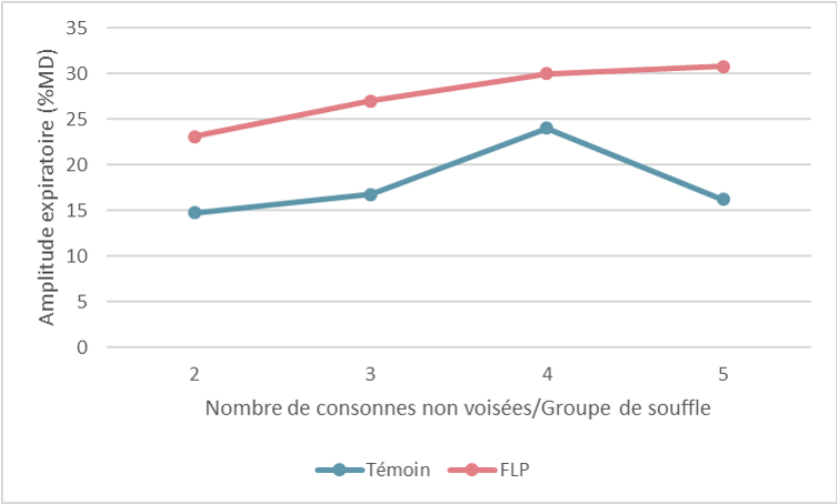

Figure 34. Amplitude expiratoire (%MD) en fonction du nombre de consonnes non voisées par groupe de souffle, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et les locuteurs témoins

Chez les locuteurs porteurs de fente palatine, l'amplitude expiratoire augmente à mesure que le nombre de consonnes non voisées contenues dans le groupe de souffle augmente également (2 = 23,115 %MD ; 3 = 26,996 %MD ; 4 = 29,445 %MD ; 5 = 30,769 %MD). Si la dépense expiratoire évolue également de manière croissante chez les locuteurs témoins lorsque le groupe de souffle comprend entre 2 et 4 syllabes, nous constatons une baisse de l'amplitude expiratoire lorsque 5 consonnes non voisées sont articulées (2 =14,722 %MD ; 3 = 16,778 %MD ; 4 = 23,994 %MD ; 5 = 16,203).

Afin de vérifier si le nombre de consonnes non voisées par groupe de souffle est à l'origine de la variation de l'amplitude expiratoire, une analyse de régression linéaire multiple est effectuée. Les résultats ne révèlent aucun effet du nombre de consonnes non voisées sur le geste expiratoire (p = 0,423).

Il s'agit désormais d'étudier la relation entre l'amplitude du geste expiratoire et le nombre de syllabes contenues dans le groupe de souffle. Pour ce travail, nous n'avons conservé que les phrases porteuses produites sans interruption majeure (silence supérieur à la durée de la tenue consonantique d'une occlusive) et réalisées au sein d'un seul groupe de souffle. De ce fait, toute phrase interrompue par une inspiration a été exclue du corpus analysé. Les phrases porteuses

comprennent entre 4 et 7 syllabes. Néanmoins, nous avons volontairement gardé quelques phrases contenant un total de 9 syllabes. Cette augmentation relève d'une erreur immédiatement suivie d'une autocorrection. Ces phrases ont été conservées de manière à observer une éventuelle incidence de l'hésitation sur la pente expiratoire, comme cela a été constaté à quelques reprises au cours de ce travail (*cf.* Chapitre VI. Section 2.3.3).

La figure 35 illustre l'évolution de l'amplitude expiratoire selon le nombre de syllabes par groupe de souffle, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et chez les locuteurs témoins.

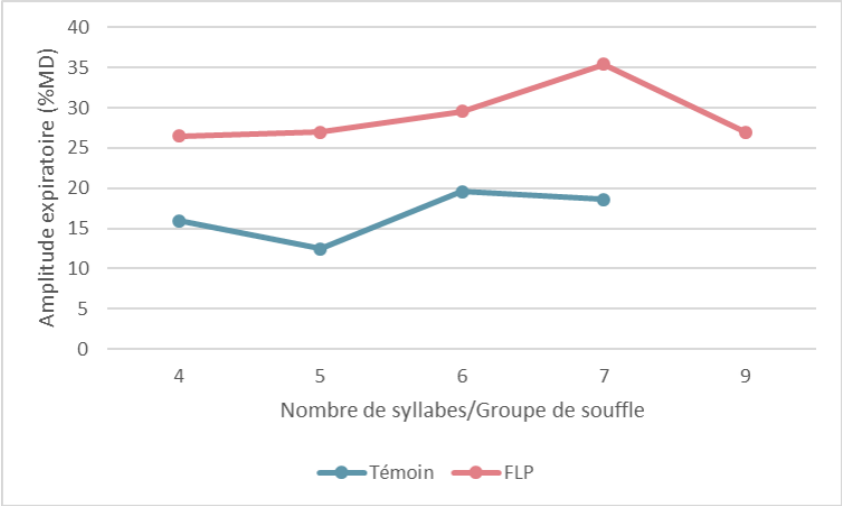

Figure 35. Amplitude expiratoire (%MD) en fonction du nombre de syllabes par groupe de souffle, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et les locuteurs témoins

Si l'amplitude des gestes expiratoires produits par les enfants porteurs de fente palatine restent relativement constante entre 4 et 5 syllabes par groupe de souffle (4 = 26,495 %MD ; 5 = 26,996 %MD), elle évolue de manière croissante entre les phrases de 5 syllabes et celles de 7 syllabes (6 = 29,556 %MD ; 7 = 35,387 %MD). En revanche, l'amplitude de l'expiration diminue lors de la production de phrases de 9 syllabes, la valeur médiane étant de 26,941 %MD, comparable à celle observée lors de la production de phrases de 5 syllabes. Comme cela a été mentionné précédemment, les phénomènes d'hésitation semblent avoir un impact sur le comportement respiratoire. De ce fait, la baisse de l'amplitude expiratoire durant la réalisation d'une phrase plus longue peut être conséquente aux hésitations et aux autocorrections qui ont conduit à

l'augmentation du nombre de syllabes. Il convient de préciser qu'il ne s'agit que d'hypothèses ici. En l'état, ces résultats ne suffisent pas à confirmer nos intuitions.

En ce qui concerne les locuteurs témoins, l'amplitude expiratoire selon le nombre de syllabes par groupe de souffle évolue de manière plus aléatoire. L'amplitude est sensiblement plus faible lors de la réalisation de phrases contenant 7 syllabes, en comparaison à celles de 6 syllabes (6 = 19,593 %MD ; 7 = 18,585 %MD). En revanche, le geste expiratoire est moins ample pour les groupes de souffle contenant 5 syllabes que pour ceux de 4 syllabes (4 = 15,971 %MD ; 5 = 12,443 %MD).

En vue de tester la significativité des résultats, une analyse de régression linéaire multiple a été réalisée. Les résultats indiquent que la variation de l'amplitude expiratoire est en partie imputable au nombre de syllabes par groupe de souffle ($p = 0{,}045$). Notons toutefois que l'indice de significativité est assez faible.

Enfin, il apparait que la dépense expiratoire des enfants porteurs de fente palatine, quels que soient le nombre de syllabes prononcées au sein du groupe de souffle et le nombre de consonnes non voisées, est toujours supérieure à celle des locuteurs du groupe contrôle ($F = -11{,}154$; $p < 0{,}001$).

En résumé

L'amplitude expiratoire est significativement plus élevée chez les locuteurs porteurs de fente palatine : ils mobilisent davantage de volume pulmonaire pour la phonation, comparés aux locuteurs de contrôle. La dépense expiratoire est encore plus importante chez les enfants présentant une atteinte sévère de la fonction vélo-pharyngée. En outre, les écarts entre les groupes de locuteurs se réduisent lors de la réalisation de phrases impliquant une consonne cible occlusive voisée.

Dans notre corpus, l'amplitude expiratoire du groupe de souffle n'est pas sensible au mode articulatoire de la consonne cible, ni à son trait de voisement. Si la variation de l'amplitude expiratoire semble être indépendante du nombre de consonnes non voisées prononcées dans la phrase, le nombre de syllabes par groupe de souffle a une incidence sur la dépense expiratoire tout au long du groupe de souffle, bien que l'indice de significativité ne soit pas élevé.

2.3 Analyse de l'amplitude inspiratoire

Cette partie est consacrée à l'étude des gestes inspiratoires, anticipatoires en relation avec le contenu des éléments constitutifs des phrases porteuses. Les besoins aérodynamiques liés à la production d'un énoncé peuvent être anticipés à travers les volumes d'air pulmonaires inspirés. De la même façon que la longueur des énoncés est anticipée par la contribution inspiratoire, nous émettons l'hypothèse que les locuteurs porteurs de fente augmentent les volumes pulmonaires inspirés, en vue de la production de consonnes difficilement prononçables pour eux (*cf.* Chapitre III, section 2.2.2), et plus spécifiquement les non voisées, celles-ci nécessitant une forte pression intraorale.

La contribution inspiratoire est estimée à partir de l'amplitude du mouvement, exprimée en pourcentage par rapport au déplacement maximal (%MD). Les valeurs de l'amplitude inspiratoire selon le mode articulatoire, le voisement de la consonne cible et le groupe de locuteurs sont illustrées par la figure 36. Les valeurs chiffrées sont consultables en annexe (*cf.* Annexe 10).

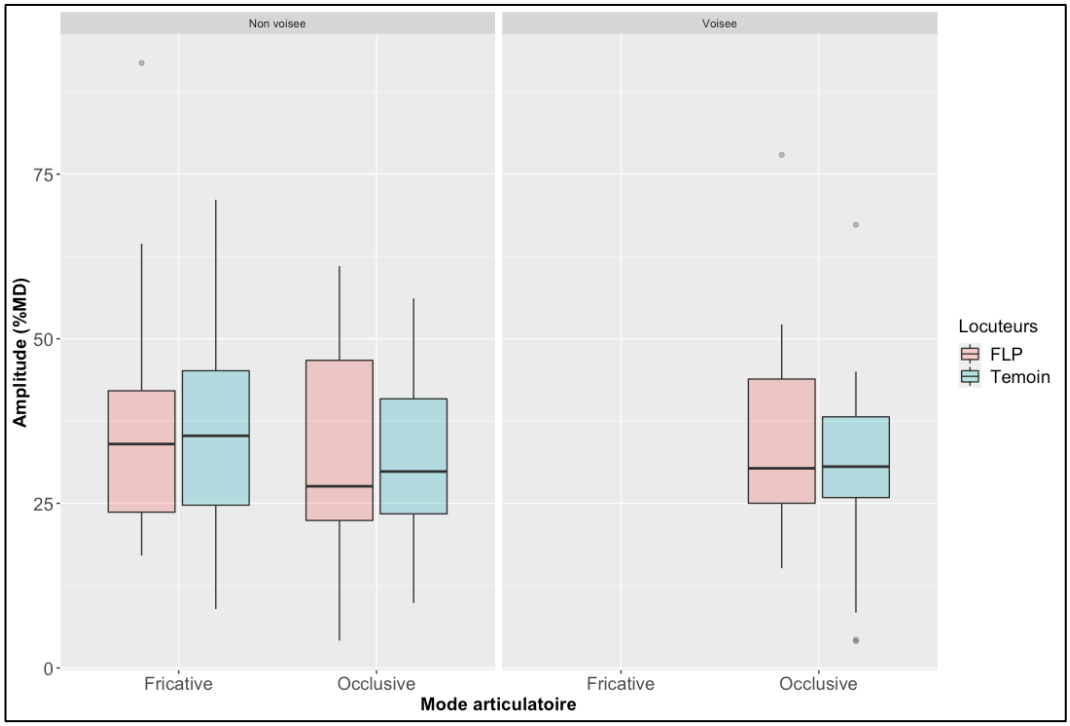

Figure 36. Amplitude inspiratoire (%MD) selon le mode articulatoire et le voisement chez les locuteurs témoins et porteurs de fente palatine

La répartition des valeurs de l'amplitude inspiratoire ne montre aucune différence notable selon le groupe de locuteurs (F = 0,036 ; p = 0,850). La contribution inspiratoire tend à être moins importante chez les locuteurs porteurs de fente palatine, en comparaison avec le groupe contrôle, dans le contexte de production de phrases porteuses contenant un cycle consonantique non voisé (FLP : fricative = 34,017 %MD ; occlusive non voisée = 27,592 %MD ; occlusive voisée = 30,327 %MD ; Témoins : fricative = 35,259 %MD ; occlusive non voisée = 29,837 %MD ; occlusive voisée = 30,585 %MD). La différence n'est toutefois pas significative (p = 0,187).

En comparant l'amplitude du geste inspiratoire selon le mode articulatoire et le voisement de la consonne cible, nous constatons que le geste réalisé tend à être plus ample avant les phrases contenant les cycles consonantiques non voisés, bien que l'effet ne soit pas significatif (F = 2,633 ; p = 0,107).

Néanmoins, la différence pourrait résulter du nombre de consonnes non voisées au sein du groupe de souffle, celles-ci pouvant affecter la fermeture de la cage thoracique, du nombre de syllabes au sein du groupe de souffle, et de l'efficacité de la fermeture vélo-pharyngée, en ce qui concerne les locuteurs porteurs de fente palatine.

Nous nous intéresserons en premier lieu à la contribution inspiratoire selon l'efficacité de la fermeture vélo-pharyngée (figure 37).

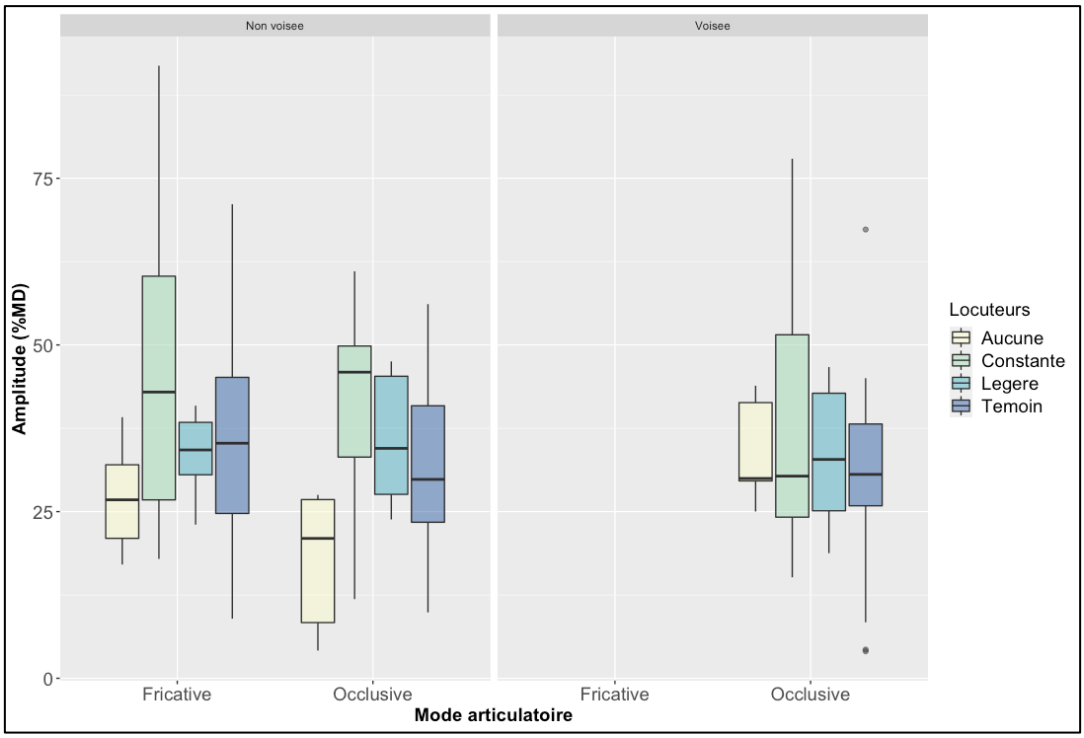

Figure 37. Amplitude inspiratoire selon le mode articulatoire et le voisement de la consonne cible, selon l'atteinte du voile du palais

Les écarts entre les groupes de locuteurs sont plus marqués, lors de la production de phrases porteuses impliquant une consonne cible non voisée. En effet, les valeurs de l'amplitude de l'inspiration des différents groupes sont relativement proches lorsque l'inspiration précède une phrase dont la consonne cible est une occlusive voisée.

En ce qui concerne les consonnes non voisées, nous constatons que la contribution inspiratoire est plus importante chez les locuteurs présentant une déperdition nasale constante (fricative = 42,931 %MD ; occlusive = 45,916 %MD), en comparaison avec les autres locuteurs. Les valeurs des locuteurs porteurs de fente palatine pour qui la fermeture vélo-pharyngée est adéquate réalisent les gestes inspiratoires dont les valeurs sont les plus basses (fricative = 27,104 %MD ; occlusive non voisée = 17,567 %MD), se démarquant de manière significative des enfants souffrant d'une déperdition nasale constante (F = 20,786 %MD ; p = 0,002), dans le contexte des consonnes non voisées.

Si l'amplitude inspiratoire des locuteurs porteurs de fente palatine présentant une déperdition nasale légère tend à être plus élevée que celle des locuteurs témoins, lors de la production des occlusives, la différence n'est pas significative.

La figure 37 met au jour une forte variabilité de l'amplitude inspiratoire chez les locuteurs porteurs de fente palatine, dont l'atteinte vélo-pharyngée est la plus sévère, notamment lorsque l'inspiration précède une phrase porteuse contenant une fricative ou une occlusive voisée. Une variabilité notable est observée auprès de tous les groupes de locuteurs, celle-ci prenant de l'importance de manière aléatoire. Ces données, couplées à une analyse de variance à deux facteurs (Anova), témoignent de la disparité des stratégies interindividuelles ($F = 3{,}256$; $p < 0{,}001$).

Cette partie est dédiée à l'étude des effets du groupe de souffle sur l'amplitude inspiratoire. Il s'agit de comprendre si les besoins aérodynamiques, liés au nombre de syllabes par groupe de souffle, ainsi que le nombre de consonnes non voisées (ces dernières ayant une incidence sur la dépense expiratoire) étaient anticipés *via* l'inspiration.

L'effet du nombre de consonnes non voisées par groupe de souffle sur l'amplitude inspiratoire fait l'objet d'une deuxième analyse (figure 38).

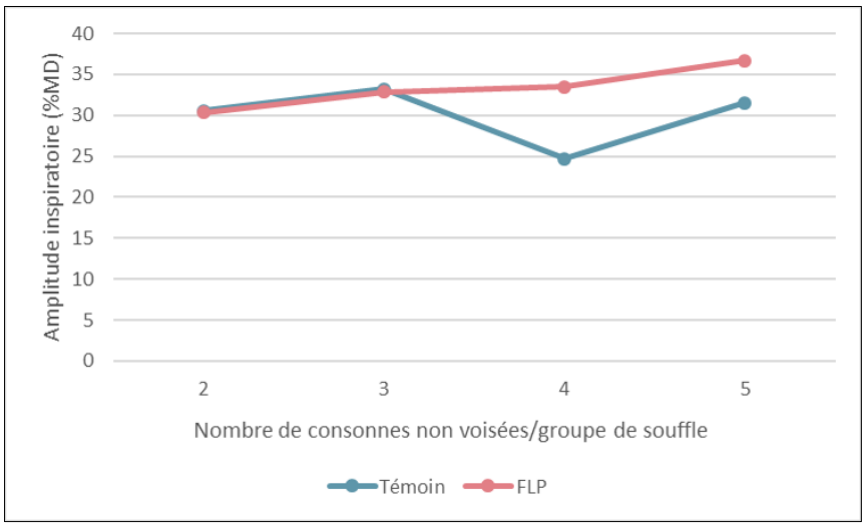

Figure 38. Amplitude inspiratoire médiane (%MD) en fonction du nombre de consonnes non voisées par groupe de souffle

L'amplitude inspiratoire augmente, en fonction de la hausse du nombre de syllabes articulées au sein du groupe de souffle, bien que la différence ne soit pas significative (2 = 30,327 %MD ; 3 = 32,830 %MD ; 4 = 33,450 %MD ; 5 = 36,688 %MD). En revanche, parmi les locuteurs témoins, l'effet est aléatoire. Entre autres, nous relevons une augmentation de l'amplitude inspiratoire entre les phrases contenant 2 consonnes non voisées et celles qui en comptent 3, suivant par ailleurs les patterns des locuteurs porteurs de fente palatine (2 = 30,560 %MD ; 3 = 33,228 %MD). L'amplitude inspiratoire diminue lorsqu'elle précède une phrase de 4 consonnes non voisées, jusqu'à atteindre une valeur médiane de 24,724 %MD, avant de remonter à 31,512 %MD pour les phrases contenant 5 consonnes non voisées.

Afin de vérifier l'effet du nombre de consonnes non voisées par groupe de souffle sur l'amplitude du geste inspiratoire, une analyse de régression linéaire multiple a été réalisée. Le nombre de consonnes non voisées, contenu dans le groupe de souffle n'a aucun effet notoire sur la variation de l'amplitude inspiratoire (p = 0,845). En complément, un test de corrélation linéaire de Pearson a été appliqué : il n'y a aucune association entre ces deux variables (r = -0,017 ; p = 0,831).

La dernière analyse proposée repose sur l'étude de l'interaction entre l'amplitude de la prise de souffle et le nombre de syllabes composant le groupe de souffle qui suit, selon le groupe de locuteurs (figure 39).

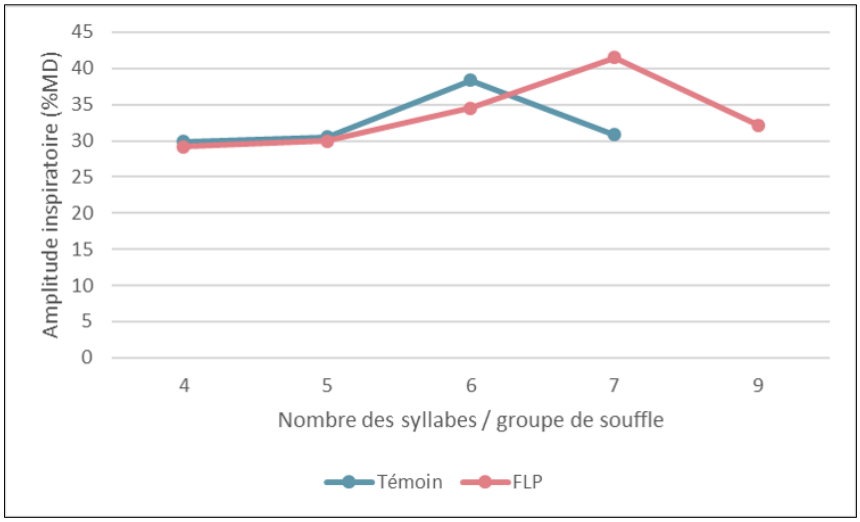

Figure 39. Amplitude inspiratoire (%MD) selon le nombre de syllabes par groupe de souffle, selon les locuteurs témoins et porteurs de fente palatine

À l'instar de ce qui a été constaté précédemment pour le nombre de consonnes non voisées par groupe de souffle, les valeurs médianes des locuteurs témoins et porteurs de fente palatine suivent les mêmes tendances, lors de la réalisation des phrases contenant le moins de syllabes (FLP : 4 = 29,147 %MD ; 5 = 29,976 %MD ; Témoins : 4 = 29,880 %MD ; 5 = 30,477 %MD).

Un test de régression linéaire multiple a été effectué. Les résultats indiquent que la variation du geste inspiratoire n'est pas imputable à la quantité de syllabes contenues dans le groupe de souffle (p = 0,418). Le test de corrélation linéaire de Pearson a confirmé qu'il n'y avait aucune association entre les deux variables (r = 0,062 ; p = 0,450).

En résumé

L'amplitude inspiratoire est relativement similaire entre les deux groupes de locuteurs. Aucune différence significative n'est relevée entre les locuteurs témoins et ceux porteurs de fente palatine.

Si les enfants présentant une déperdition nasale constante tendent à produire des gestes plus amples que les autres groupes de locuteurs, la différence avec les locuteurs de contrôle n'est toutefois pas significative.

La variation de l'amplitude inspiratoire observée n'est imputable ni au nombre de consonnes non voisées contenues dans le groupe de souffle ni au nombre de syllabes produites entre deux inspirations. Par ailleurs, les caractéristiques articulatori-acoustiques de la consonne cible n'ont aucune incidence sur l'amplitude inspiratoire.

3. Bilan provisoire

Quatre hypothèses (H) avaient été formulées pour cette étude. Nous proposons de les confronter aux résultats expérimentaux obtenus, en vue de les confirmer ou de les infirmer.

H1. La contribution expiratoire devrait être plus importante lors de la production de consonnes non voisées que de consonnes voisées, en raison de la forte pression intraorale nécessaire à leur production, mais aussi pour les occlusives, en comparaison avec les fricatives. Si ces patterns sont attendus chez les deux groupes de locuteurs, ils devraient être accentués chez les locuteurs porteurs de fente palatine, en raison des difficultés de gestion de la pression intraorale qu'ils éprouvent.

L'amplitude des gestes thoraco-abdominaux est sensible à certaines caractéristiques des consonnes. En effet, une différence significative a été relevée entre l'amplitude expiratoire durant les cycles consonantiques fricatifs et les cycles consonantiques occlusifs : la production des fricatives suscite une fermeture plus importante de la cage thoracique, par rapport aux occlusives. En ce qui concerne le trait de voisement, l'hypothèse se confirme en termes de tendances. La compression thoraco-abdominale tend à être plus élevée dans un contexte consonantique non voisé. Néanmoins, il apparait que la dépense expiratoire associée aux occlusives voisées est relativement similaire à

celle liée à leurs homologues non voisées. L'écart observé entre la contribution respiratoire des voisées et non voisées serait donc principalement dû à l'augmentation de la dépense expiratoire générée par les fricatives, en accord avec les résultats de (Ohala et *al.*, 1980).

Les besoins aérodynamiques liés à la production d'une consonne par rapport à l'autre n'a jamais trouvé de véritable consensus au sein de la littérature : tantôt, ce sont les fricatives non voisées qui nécessitent un plus grand volume d'air (Ohala et *al.*, 1980, rapporté par Ohala, 1990), tantôt ce sont les occlusives (Isshiki & Ringel, 1964) (*cf.* Chapitre III, section 2.1). Les différences observées peuvent relever de l'utilisation des diverses mesures respiratoires employées, des différents moyens d'investigation de la respiration, ou encore en fonction du corpus de travail. Selon l'étude de Warren & Wood (1969), fricatives et plosives non voisées nécessitent le même volume respiratoire. Ils émettent l'hypothèse selon laquelle les volumes respiratoires mobilisés seraient liés à la durée de la consonne. Ainsi, les besoins aérodynamiques lors de la production des fricatives, habituellement moindre par rapport aux occlusives non voisées, se révèleraient aussi importants au sein de leur corpus en raison de leur articulation plus longue, en comparaison aux occlusives. Toutefois, les résultats de notre étude démontrent le contraire. En effet, la compression de la cage thoracique durant le cycle n'est liée ni à la durée de la consonne cible, ni à la durée du cycle consonantique.

Conformément à nos hypothèses, la compression de la cage thoracique est significativement plus importante pour les locuteurs atteints de fente palatine, en comparaison avec les locuteurs témoins, et plus spécifiquement les enfants dont la fonction vélo-pharyngée est défaillante. En effet, la contribution expiratoire, au niveau thoraco-abdominal, est plus élevée chez les enfants présentant une déperdition nasale constante, engendrant une fuite nasale continue. La perte de pression intraorale requise pour la bonne émergence des sons se répercute sur l'amplitude expiratoire, nécessitant une plus grande contribution respiratoire. En ce qui concerne les locuteurs présentant une déperdition nasale légère, la contribution expiratoire est plus imprévisible. En effet, ces locuteurs tendent à se distinguer des autres groupes lors de la production des fricatives non voisées et des occlusives voisées, bien que dans ce cadre-là, la différence n'est pas significative. En revanche, lors de la production des occlusives non voisées, la compression expiratoire est similaire à celle des locuteurs porteurs de fente présentant une fermeture vélo-pharyngée adéquate, et

légèrement plus élevée que celle des locuteurs témoins. Dans le cas des déperditions nasales légères, seuls quelques phonèmes sont affectés, pouvant expliquer les divers degrés de la contribution expiratoire selon le mode articulatoire et le voisement de la consonne. Au regard des résultats, il semblerait que la déperdition nasale toucherait davantage les fricatives et les occlusives voisées. Néanmoins, n'ayant pas les informations quant au diagnostic des phonèmes affectés par la déperdition nasale, nous ne pouvons confirmer cette hypothèse.

H2. La dépense expiratoire par groupe de souffle pourrait être influencée par le mode articulatoire et le voisement de la consonne cible, mais également par le nombre de consonnes non voisées au sein du groupe de souffle. En effet, le nombre de fricatives et occlusives non voisées peut avoir une incidence sur la compression de la cage thoracique (Fuchs et *al.*, 2015).

Les caractéristiques articulatoires de la consonne cible n'ont aucune incidence significative sur l'ensemble du groupe. Si nous observons une variabilité des patterns expiratoires selon le cycle consonantique observé, les résultats indiquent que celle-ci n'est pas assignable à la consonne cible, suggérant l'intervention d'autres paramètres. Compte tenu du fait que les phrases porteuses diffèrent en nombre de syllabes, mais aussi en nombre de consonnes non voisées, il convenait de vérifier leurs effets sur la contribution expiratoire, tout au long du groupe de souffle. Si la dépense expiratoire tend à s'accroitre à mesure de l'augmentation du nombre de consonnes non voisées par groupe de souffle, il apparait que l'effet de la seconde variable sur la première n'est pas significatif. Il en est de même pour le nombre de syllabes articulées au sein d'un même groupe de souffle. La variation de l'amplitude expiratoire par groupe de souffle ne peut être imputée au nombre de consonnes non voisées, de syllabes, tout comme il ne peut être imputé à la consonne cible. La non linéarité de la relation semble indiquer que d'autres facteurs peuvent entrer en jeu, facteurs qui pourraient être de diverses origines articulatoires (précision gestuelle supra-glottique, timing gestuel, attributs cinématiques, etc.) et acoustique (faits prosodiques, tels que le contrôle de F0, l'intensité, transitions et structures formantiques des voyelles adjacentes, etc.).

Nous remarquons également que les gestes expiratoires peuvent être impactés par les hésitations. Ces observations ont été faites pour des phrases porteuses comprenant 9 syllabes, alors

qu'elles varient normalement entre 4 et 7 syllabes. L'ajout de syllabes relève d'hésitations, d'erreurs de lecture commises par le locuteur et immédiatement corrigée par celui-ci. En d'autre termes, il s'agit d'autocorrection réalisée par le locuteur, sans placer de pauses entre l'erreur et la correction. La réalisation de ces phrases est associée à une dépense expiratoire inférieure à celles des phrases contenant 6 et 7 syllabes, revenant à des valeurs similaires proches de celles des phrases de 4 ou 5 syllabes. De ce fait, la compression thoraco-abdominale pourrait être moins forte lorsque le locuteur est dans une situation d'hésitation, ce qui pourrait être à l'origine des légers écarts de la dépense expiratoire observés précédemment.

H3. Le mode articulatoire et le voisement des consonnes pourraient également avoir un impact sur l'amplitude inspiratoire, pour tous les locuteurs, les besoins aérodynamiques pouvant être anticipés dès l'inspiration. De ce fait, il est attendu que l'amplitude inspiratoire précédant une phrase comptant des consonnes non voisées soit plus élevée qu'une phrase produite avec des consonnes voisées.

L'amplitude inspiratoire n'est pas non influencée par le mode articulatoire et le voisement de la consonne cible. Si la contribution inspiratoire tend à être plus élevée avant la réalisation de phrases porteuses dont la consonne cible est une fricative, l'effet n'est pas significatif.

À l'instar de l'expiration tout au long du groupe de souffle, le nombre de consonnes non voisées au sein de la phrase ne présente aucun effet significatif sur l'amplitude de l'inspiration. Les résultats indiquent une augmentation de la contribution inspiratoire avant la production de phrases contenant un plus grand nombre de syllabes. Néanmoins, l'association entre ces deux variables n'est pas pérenne. En effet, chez les locuteurs témoins, nous constatons une baisse significative de l'amplitude inspiratoire précédant les phrases de 7 syllabes, atteignant des valeurs similaires à celles des phrases comportant 4 à 5 syllabes. Nous posons que l'amplitude inspiratoire tend effectivement à augmenter à mesure de l'augmentation du nombre de syllabes contenues dans la phrase porteuse, mais aussi que d'autres facteurs interviennent sur la gestion de l'inspiration, et que ce sont ces facteurs, ou du moins une partie d'entre eux, qui seraient responsables de la réduction de l'amplitude inspiratoire, lors de la production des phrases de 7 syllabes, en comparaison avec celles

de 6 syllabes. Ces facteurs pourraient être d'origine articulatoire (activité glottique, contrôle spatiotemporel gestuel, qualité de l'articulation, etc.), acoustique (F0, intensité, transitions et structures formantiques, etc.) et/ou cognitive (hésitations, erreurs de lecture, difficultés de décodage, etc.). En ce qui concerne les locuteurs porteurs de fente palatine, nous observons également une réduction de l'amplitude de l'inspiration lorsque celle-ci précède une phrase contenant 9 syllabes, comprenant au moins une erreur de décodage. Ainsi, les phénomènes d'hésitation auraient également une incidence sur le mouvement inspiratoire. La difficulté de décodage pourrait intervenir bien avant la prise de souffle. Le locuteur, peu confiant, réaliserait un geste inspiratoire insuffisant, sous l'effet de l'effort cognitif, avant de procéder au décodage de la séquence qui pose problème. Cet effet d'hésitation pourrait être accompagné d'un ralentissement de la vitesse d'élocution, par rapport à une phrase correctement lue, ne posant pas difficulté de décodage particulière.

H4.a. Les patterns respiratoires des locuteurs porteurs de fente palatine devraient se distinguer de ceux des locuteurs témoins, à plus forte raison pour les enfants dont la fonction vélo-pharyngée est défaillante, présentant une déperdition nasale constante. Ainsi, en raison de la fuite nasale continue, la pente expiratoire devrait être plus abrupte chez ces locuteurs, de façon à maintenir une pression intraorale constante durant le groupe de souffle.

Conformément à nos hypothèses, la compression de la cage thoracique, tout au long du groupe de souffle, est significativement plus importante pour les locuteurs atteints de fente palatine, en comparaison avec les locuteurs témoins, et plus spécifiquement les enfants dont la fonction vélo-pharyngée est défaillante. En effet, la dépense expiratoire est plus importante chez les locuteurs porteurs de fente palatine, quel que soit le degré de fonctionnalité du voile du palais. Néanmoins, la dépense expiratoire est significativement plus élevée chez les locuteurs dont la fonction vélo-pharyngée est la plus atteinte, en comparaison avec le groupe contrôle. De ce fait, nous pouvons en déduire que ces enfants mobilisent de plus grands volumes d'air lors de l'expiration, en réponse à la perte d'air et de pression intraorale continue. Cela corrobore les données de Laine et *al.* (1989). Ce constat est valable tant pour la dépense expiratoire par cycle consonantique que par la dépense expiratoire par groupe de souffle.

Il apparait que la dépense expiratoire est également plus élevée chez les locuteurs porteurs de fente palatine et présentant une déperdition nasale légère, et ceux ayant une fonction vélo-pharyngée adéquate, en comparaison avec les locuteurs témoins.

H4.b. Pour les mêmes raisons évoquées précédemment, et afin d'anticiper les besoins aérodynamiques accrus tout au long de l'énoncé, l'amplitude inspiratoire pourrait être plus importante chez les locuteurs porteurs de fente palatine, notamment pour ceux dont la fonction vélo-pharyngée est la plus altérée.

L'hypothèse n'est que partiellement confirmée. L'amplitude inspiratoire des locuteurs porteurs de fente palatine ne se distingue pas de celle du groupe contrôle. Par ailleurs, l'amplitude du geste inspiratoire est légèrement plus élevée chez les locuteurs témoins, aucun effet notable n'est relevé. En revanche, conformément à ce qui était attendu, la contribution inspiratoire est plus élevée chez les locuteurs porteurs de fente palatine présentant une déperdition nasale constante, se démarquant des autres groupes de locuteurs, lorsque la phrase porteuse comprend une consonne non voisée comme consonne cible. Dans le contexte des phrases porteuses dont la consonne cible est voisée, les valeurs de l'amplitude inspiratoire sont sensiblement les mêmes pour tous les groupes de locuteurs.

Bien qu'en l'état les résultats ne nous permettent pas de déterminer le ou les facteurs responsables de la variation des patterns inspiratoires, nous posons que les besoins aérodynamiques, spécifiquement pour les locuteurs dont la fonction vélo-pharyngée est altérée, liés à la présence de consonnes non voisées dans la phrase porteuse, ont été anticipés dès l'inspiration. Ces locuteurs ont inspiré de plus grands volumes d'air en prévision d'une dépense respiratoire plus importante, de façon à produire et à maintenir une pression intraorale suffisante pour la réalisation des consonnes non voisées.

En ce qui concerne les locuteurs porteurs de fente palatine dont la fonction vélo-pharyngée est satisfaisante, nous mettons en relation les résultats obtenus à partir de l'analyse des mouvements inspiratoires avec l'étude de la gestion expiratoire, lors de la production du groupe de souffle. Dans

cette dernière étude, il est apparu que la dépense expiratoire de ces locuteurs était importante durant la réalisation des groupes de souffle, en comparaison avec celle des locuteurs témoins et ceux présentant une déperdition nasale légère, allant parfois jusqu'à se rapprocher des valeurs des enfants dont la fonction vélo-pharyngée est la plus atteinte. Toutefois, au regard des valeurs de l'amplitude inspiratoire, nous constatons que les locuteurs ne souffrant d'aucune déperdition nasale sont ceux qui réalisent les gestes inspiratoires les plus faibles. En effet, l'amplitude inspiratoire de ces locuteurs est généralement inférieure à celle des autres groupes de locuteurs, notamment des locuteurs témoins, dans les contextes de phrases porteuses comportant pour consonne cible une non voisée. Ainsi, pour ces locuteurs, la faible contribution inspiratoire est compensée par une augmentation de la compression thoraco-abdominale, lors de l'expiration, de façon à fournir la source d'énergie nécessaire à la phonation.

Conclusion du chapitre

Ce chapitre a exposé les résultats relatifs aux comportements respiratoires durant la production d'un cycle consonantique, suivant le mode articulatoire et le voisement de la consonne, et plus largement, durant la production de la phrase porteuse. Dans l'objectif d'examiner les patterns respiratoires associés à un cycle consonantique, et d'identifier les stratégies compensatoires mises en place pour pallier les déficits supra-glottiques, 12 enfants porteurs de fente palatine et 17 locuteurs témoin ont été enregistrés durant la lecture de phrases porteuses contenant une séquence VCV. La consonne cible variait entre les occlusives voisées et non voisées du français, ainsi que les fricatives [s] et [ʃ].

Les hypothèses portaient sur la variation des patterns expiratoires, en fonction du voisement et du mode articulatoire de la consonne, ainsi que sur l'adaptation des patterns expiratoires, en fonction du déficit vélo-palatin : une augmentation de l'amplitude expiratoire par cycle consonantique, puis par groupe de souffle, était attendue. Par un phénomène d'anticipation, il était envisagé que la contribution inspiratoire soit plus élevée chez les locuteurs porteurs de fente palatine.

Selon nos résultats, la compression de la cage thoracique est sensible au mode articulatoire des consonnes, les fricatives suscitant une plus grande dépense d'air. Conformément à nos attentes, la dépense expiratoire par cycle consonantique est significativement plus élevée chez les locuteurs porteurs de fente palatine, et plus particulièrement pour ceux qui présentent une atteinte sévère de la fonction vélo-pharyngée. De ce fait, la perte de pression intraorale continue est compensée par une grande compression thoraco-abdominale, reflétant une augmentation des volumes d'air mobilisés. Des patterns similaires ont été observés à l'échelle du groupe de souffle. La variation plus limitée de l'amplitude inspiratoire suggère que les réajustements mis en œuvre par les locuteurs porteurs de fente palatine seraient principalement déployés lors de l'expiration.

Si la variabilité de certains patterns a pu être expliquée par des facteurs d'ordre physiologique (fonctionnalité du voile du palais), d'autres n'ont pas trouvé réponse. Une étude articulatoire, acoustique et prosodique plus détaillée apporterait des informations complémentaires, quant à l'effet de divers paramètres cinématiques, acoustiques et

suprasegmentaux sur la respiration, notamment dans ce contexte de parole pathologique. Si certaines conclusions ne peuvent encore être tirées à ce stade, ces résultats renforcent l'idée selon laquelle plusieurs facteurs, autre que la richesse du contenu articulatoire au sein des groupes de souffle, agiraient sur les patterns respiratoires, ces facteurs pouvant être d'origine cognitive, extralinguistique, etc.

Chapitre VI. Expérience 2. Respiration et discours

La respiration est en interaction permanente avec le niveau linguistique, contribuant à la structuration des énoncés et du discours, en regroupant les mots au sein de groupes selon les rapports cohérents qu'ils entretiennent entre eux. Les différentes études menées au sujet des effets des perturbations respiratoires sur la parole ont montré que les locuteurs pouvaient mettre en place des stratégies compensatoires diverses afin de pallier le manque de souffle (*cf.* Chapitre III, section I.1.). Ces réajustements peuvent se manifester à travers la réorganisation des patterns pausaux, la redistribution des pauses respiratoires, les variations de la vitesse d'élocution, entre autres.

L'objectif de cette expérience est : (1) d'identifier les stratégies de réajustement mises en place au niveau thoraco-abdominal par les enfants porteurs de fente palatine de façon à compenser les déficits supra-glottiques dans deux conditions de parole différentes, et (2) d'évaluer l'incidence de ces éventuelles stratégies sur la structuration syntaxique des énoncés.

Nous émettons les hypothèses suivantes :

H1. En raison des difficultés respiratoires et articulatoires pouvant découler des malformations palatines, les mécanismes thoraco-abdominaux des locuteurs porteurs de fente palatine devraient présenter des dissemblances avec ceux du groupe de contrôle. Ces différences se manifesteraient :

Sur le plan inspiratoire, par l'augmentation de la contribution respiratoire. Dès lors, les gestes inspiratoires gagneraient en amplitude chez les enfants porteurs de fente palatine, les besoins aérodynamiques étant généralement anticipés dès la reprise d'air. De plus, la durée de l'inspiration, partiellement corrélée à l'amplitude de ce mouvement, devrait également être plus longue chez les locuteurs pathologiques.

Sur le plan expiratoire, par l'augmentation de la dépense respiratoire. Ainsi, le déclin de l'amplitude expiratoire devrait être plus important chez les locuteurs atteints d'une fente palatine. Par ailleurs, ces enfants sont plus susceptibles de terminer la phonation à niveau de pression plus bas que le groupe de contrôle.

H2. Les stratégies respiratoires des enfants porteurs de division palatine devraient induire des changements dans l'organisation spatiotemporelle de la parole, en comparaison avec les locuteurs de contrôle. De ce fait, un nombre de pauses respiratoires plus conséquent et des groupes de souffle plus courts devraient être observés chez les locuteurs pathologiques.

H3. En raison de la forte interaction entre la respiration et le niveau linguistique, la distribution syntaxique des pauses respiratoires des enfants porteurs de fente pourrait être affectée par l'organisation des patterns inspiratoires et expiratoires. Davantage de pauses respiratoires pourraient apparaître aux frontières des constituants mineurs, de façon à assurer une reprise d'air plus régulière. En outre, la perte d'air plus conséquente pourrait contribuer à l'accroissement du nombre de prises de souffle non syntaxiques chez ces enfants.

H4. Une augmentation des vitesses d'élocution et d'articulation pourrait être observée chez les locuteurs porteurs de fente palatine, en comparaison avec les locuteurs de contrôle. En effet, l'accélération de vitesse de parole, combinée à une réorganisation des pauses, pourraient être employées comme stratégies compensatoires face à une perturbation respiratoire, de façon à communiquer le plus grand nombre d'informations dans des groupes de souffle plus courts. Cette stratégie intermédiaire a été observée dans un contexte de parole perturbée par un essoufflement par Fuchs et *al.* (2015). De surcroît, le changement de vitesse pourrait être particulièrement marqué durant la lecture, la parole lue régissant la quantité d'informations à transmettre au sein des différentes unités syntaxiques.

H5. Les stratégies des locuteurs présentant une division palatine pourraient varier selon le type de fente et selon la présence ou non d'une insuffisance vélo-pharyngée. Les gestes respiratoires pourraient être plus importants et plus courts chez les enfants souffrant d'une insuffisance vélo-pharyngée. En effet, l'atteinte fonctionnelle du voile du palais pouvant être à l'origine d'une

déperdition nasale constante, elle pourrait nécessiter la mobilisation de plus grands volumes d'air, durant toute la phonation, afin de pallier la fuite nasale continue.

1. Méthodologie

1.1 Corpus et locuteurs

Cette expérience repose sur un corpus de parole lue et semi-spontanée. La première tâche consiste en la lecture de la fable La bise et le soleil, à haute voix et à une intensité et un rythme confortable. Cet exercice a été réitéré une seconde fois. La seconde tâche est la narration d'une histoire à partir d'une bande dessinée sans texte. Les tâches sont décrites plus amplement dans le chapitre précédent (*cf.* Chapitre IV.I.2).

Dans le cadre de cette étude, 12 locuteurs porteurs de fente palatine, âgés de 7 à 12 ans (moyenne = 9,583 ans ; σ =1,443) ont été sélectionnés. Ils ne présentent aucun trouble majeur de la lecture. Parmi ces enfants, nous recensons :

- 3 fentes vélaires ;
- 3 fentes palatines totales ;
- 4 fentes labio-palatines unilatérales ;
- 2 fentes labio-palatines bilatérales.

Par ailleurs, 9 enfants souffrent de déperdition nasale dont 5 présentant une déperdition nasale constante et 4 présentant une déperdition légère. Ces déperditions sont conséquentes à une insuffisance vélo-pharyngée (7 locuteurs) ou à des fistules oro-nasales (2 locuteurs). Parmi eux, 5 déperditions nasales constantes et 4 déperditions légères ont été recensées. La déperdition nasale et son degré de sévérité ont été diagnostiqués lors d'un bilan orthophonique.

Afin d'établir des comparaisons, les productions de 17 locuteurs de contrôle ont été retenues. Tous âgés de 8 à 11 ans (moyenne = 9,7 ans ; σ = 0,772), ils ne présentent ni pathologie respiratoire,

ni trouble d'élocution. Par ailleurs, aucun trouble de la lecture majeur n'a été relevé parmi ces participants.

Le niveau de fluence en lecture a été évalué pour chaque locuteur ayant participé à cette tâche de façon à vérifier l'effet qu'il pourrait avoir sur les variables spatiotemporelles lors de la tâche de parole lue. La méthode d'évaluation a été décrite précédemment (cf. chapitre IV section II). La figure 40 indique le niveau de fluence des enfants porteurs de fente palatine (FLP) et des sujets témoins.

Les locuteurs témoins lisent à un niveau de fluence plus élevé que les locuteurs pathologiques. La fluence verbale est également moins variable chez les sujets de contrôle : elle s'étend de 54 Mots Correctement Lus par Minute (MCLM) à 92 MCLM tandis que les locuteurs porteurs de fente présentent des valeurs entre 38 MCLM et 88 MCLM. La différence observée entre les deux groupes de participants peut s'expliquer par la plus grande disparité des âges chez les locuteurs porteurs de fente, la tranche d'âge étant de 7 à 12 ans (contre 8-11 ans pour les locuteurs témoins).

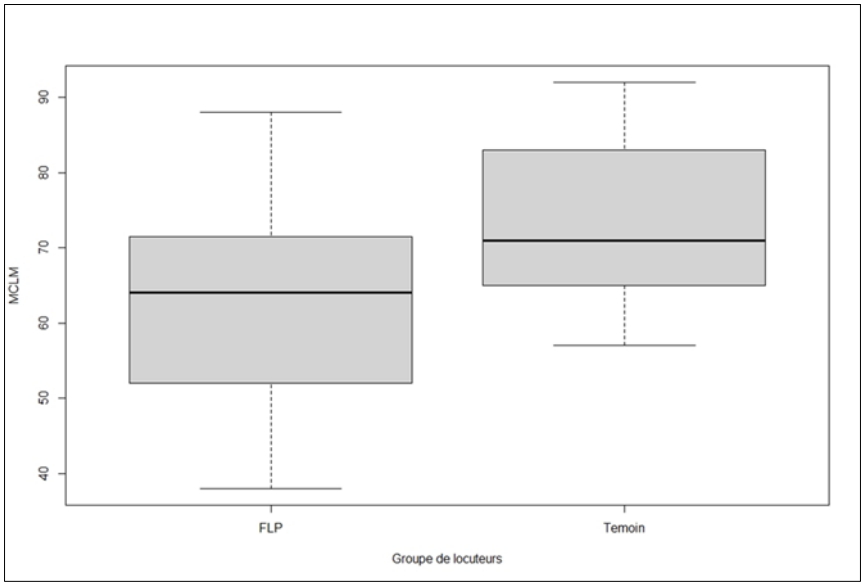

Figure 40. Niveau de fluence exprimé en mots correctement lus par minute (MCLM) des locuteurs porteurs de fente palatine (FLP) et témoins

La durée totale du corpus en parole lue est de 60 minutes et 38 secondes, tandis qu'en parole spontanée, la totalité des enregistrements dure 55 minutes et 48 secondes.

1.2 Traitement des données

1.2.1 Annotation et segmentation des pauses

Il existe de nombreuses nomenclatures des pauses, les catégorisant selon leurs caractéristiques fonctionnelles (Duez, 1997 ; Di Cristo, 2013), temporelles (Fant et *al.*, 2003 ; Goldman et *al*, 2010 ; Grosman et *al.*, 2018) ou distributionnelles (Candea, 2000).

Dans le cadre de notre étude, nous distinguons les pauses respiratoires (PR) des pauses non respiratoires (PnR). Nous définissons les pauses respiratoires comme une interruption de l'activité verbale associée à une augmentation significative des courbes respiratoires thoracique et abdominale. Sont comprises comme non respiratoires, toute pause caractérisée par une activité acoustique moindre, n'étant associée à aucune croissance des courbes respiratoires.

Une première segmentation a été effectuée à l'aide du logiciel MatLab (MATLAB, 2021). Nous avons délimité les pauses sur le signal acoustique, ainsi que les inspirations sur le signal respiratoire (1Tho+1Abd). Aussi, nous avons pu dissocier de façon précise les pauses respiratoires des pauses non respiratoires. La figure 41 illustre la délimitation et l'annotation des pauses respiratoires et non respiratoires, à partir des signaux acoustique et respiratoire synchronisés.

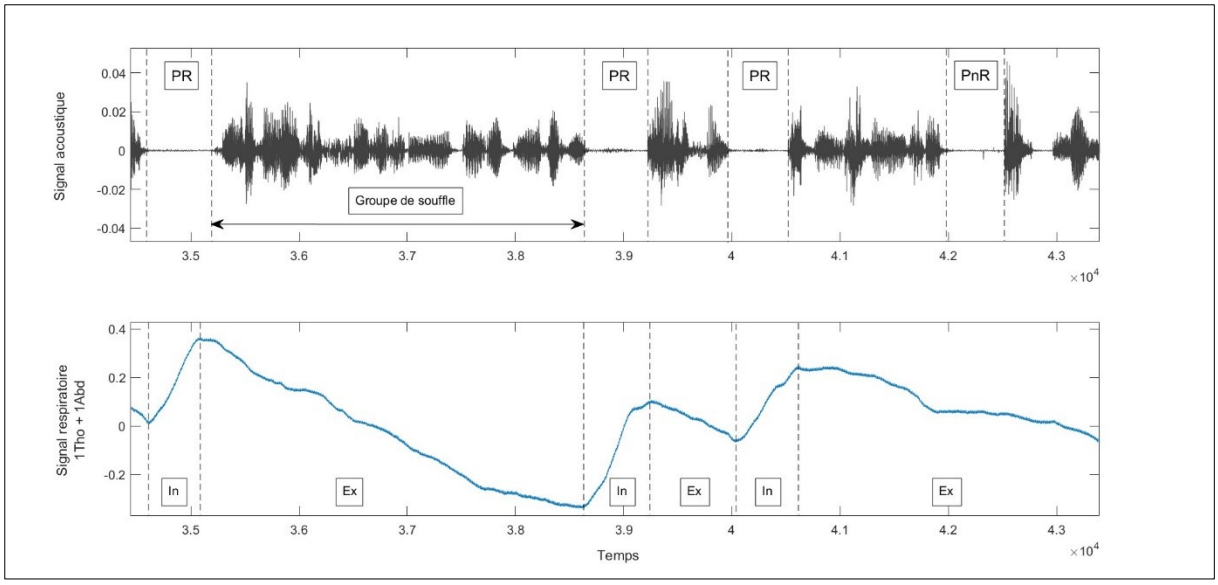

Figure 41. Illustration des pauses respiratoires (PR) et non respiratoires (PnR) sur les signaux respiratoire et acoustique à partir du logiciel Matlab

Afin de procéder à une analyse plus fine des pauses, une seconde segmentation a été réalisée au niveau acoustique à l'aide du logiciel Praat (Boersma & Weenink, 2021). Les fichiers ont été segmentés et annotés de manière semi-automatique grâce à l'extension EasyAlign (Goldman, 2011). Les frontières des sons et des pauses ont été vérifiées et ajustées manuellement par la suite.

Les lignes d'annotation relatives aux phonèmes (*phones*), aux syllabes (*syll*), aux mots (*words*), *phono* et *ortho* ont été conservées. Une dernière ligne (*GrS*) a été ajoutée afin de délimiter les groupes de souffle. Un groupe de souffle est l'intervalle phonatoire entre la fin d'une pause respiratoire et le début de la suivante. Les pauses ont été inventoriées sur la ligne *words* et, à de très rares occasions, sur la ligne *phones*, lorsqu'elles étaient réalisées à l'intérieur d'un mot. La figure 42 rend compte de la segmentation et de l'annotation des pauses respiratoires et non respiratoires sur le signal de parole.

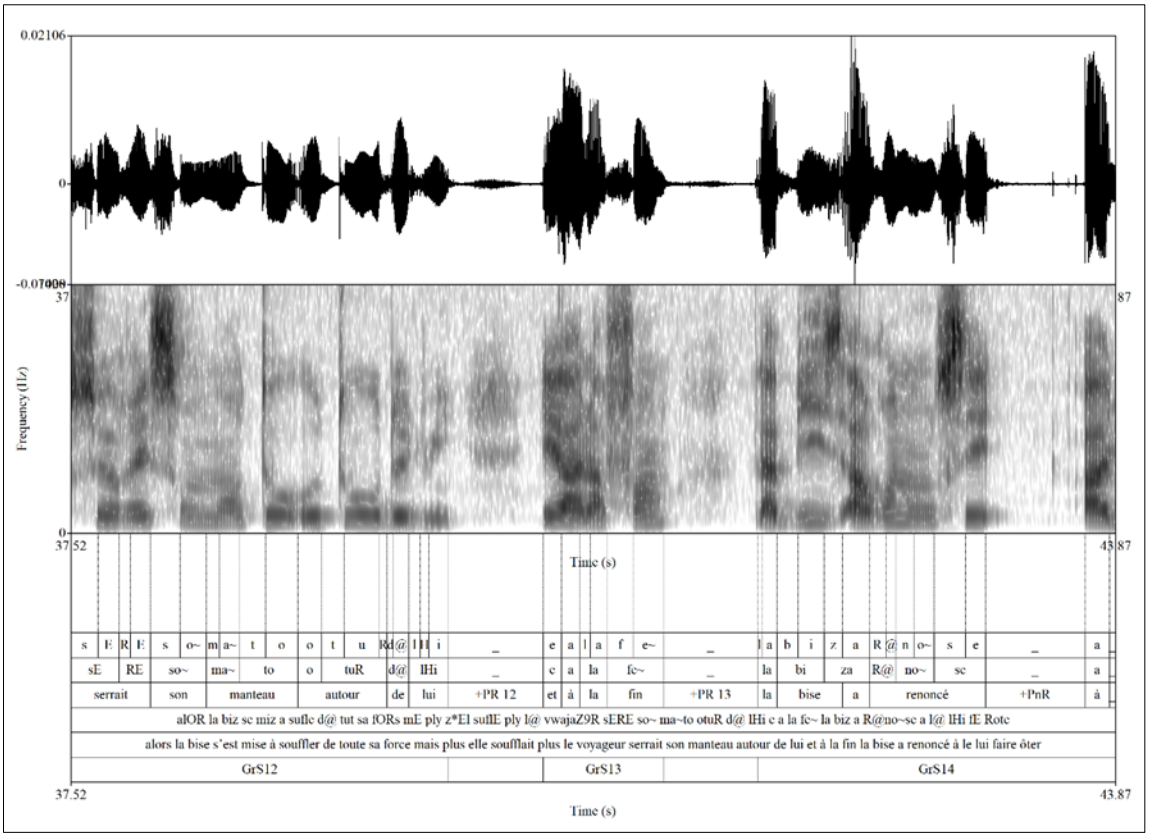

Figure 42. Segmentation et annotation des pauses respiratoires (+PR) et non respiratoires (+PnR) à partir du logiciel Praat

De nombreux chercheurs ont employé un seuil minimal de la durée des pauses, ce seuil variant entre 100, 200 (Grosjean & Collins, 1979) et 250 ms. Comme le souligne Lalain et *al.* (2016), le recours à un seuil de durée exclut la possibilité de variations interindividuelles, soutenant l'idée que la durée d'une pause peut varier d'un locuteur à l'autre. En outre, la durée de la pause est influencée par le style de parole, pouvant exclure des pauses pourtant essentielles. Pour ces raisons, aucun seuil de durée minimal n'a été appliqué dans le cadre de cette étude. En revanche, les pauses dont la durée est supérieure à 5000 ms ont été écartées de nos analyses.

Nous excluons les silences consonantiques de nos analyses, ainsi que les coupes de glotte précédant la production de certaines voyelles (Hirsch et *al.*, 2018). Nous estimons la durée de la tenue consonantique à partir de la durée du silence moyenne des occlusives intervocaliques produites par

un même locuteur. Par ailleurs, lorsqu'une occlusive sourde se trouve en position initiale, nous déduisons la durée moyenne de la tenue consonantique individuelle de la durée totale de la pause.

Nous avons également relevé et annoté les bruits d'expiration, qui peuvent être caractéristiques d'une difficulté respiratoire, et les disfluences. Sont considérés comme disfluence, les allongements vocaliques des syllabes non accentuées, les répétitions de mots ou de syllabes, les faux-départs, les signaux phrastiques du type euh ou [m], les interjections, les autocorrections. En nous appuyant sur les travaux de Crible (2016), nous ajoutons également aux disfluences les troncations, les substitutions propositionnelles, morphologiques et les répétitions avec modification. Les autocorrections ont été traitées en nous basant sur les travaux de Pallaud & Bertrand (2020). Ainsi, nous avons compris comme disfluence le *reparandum*, à savoir l'élément précédant le point de rupture. Celui-ci peut être poursuivi, repris ou corrigé par le *reparans*, ou interrompu. Il arrive que le *reparandum* et le *reparans* soient séparés par un intervalle pouvant prendre la forme d'un silence ou d'un élément disfluent non lexicalisé, que Pallaud & Bertrand (2020) mentionnent sous le nom *d'interregnum*. Le *reparans* reprend ou modifie le contenu du *reparandum*. Il peut être vide, auquel cas il s'agit d'un énoncé ininterrompu, ou repris, soit à l'identique, soit avec quelques modifications.

Il convient de préciser que les disfluences sont identifiées à titre indicatif. De ce fait, elles n'entreront pas en compte dans notre étude des pauses. Nous les analyserons selon leur proximité avec les pauses respiratoires et non respiratoires, afin d'identifier d'éventuelles hésitations.

Au total, 2 459 pauses respiratoires et non respiratoires confondues, et 1 737 groupes de souffle ont été recensés.

1.2.2 Analyse exploratoire des inspirations au sein des pauses : inspirations *vs* micro-inspirations

Dans une seconde phase de nos analyses, nous nous intéresserons davantage à la pause respiratoire, à l'inspiration au sein de ces pauses, ainsi que son interaction avec le discours.

Afin de mener une exploration plus approfondie de la gestion respiratoire en parole, nous tâcherons d'annoter différents types d'inspiration, comme suggéré par Weston (2019). Une attention particulière sera consacrée aux micro-inspirations, observées par l'autrice, qu'elle définit comme étant une inspiration dont l'amplitude est inférieure ou égale à la moitié d'une inspiration courante. Elle émet l'hypothèse selon laquelle ces micro-inspirations correspondraient soit à des disfluences, soit à des parties spécifiques de la parole, sans pour autant préciser lesquelles. Au cours de cette expérience, nous investiguerons la fréquence et la distribution de ces micro-inspirations de façon à mieux comprendre leur comportement au sein des patterns respiratoires.

En vue de la démarcation des inspirations et micro-inspirations, nous avons calculé le volume courant moyen, à partir de cinq cycles respiratoires stables en respiration calme. Nous avons ensuite divisé cette valeur par deux, suivant la proposition de Weston (2019). Toute inspiration dont la valeur est inférieure ou égale à la moitié de la moyenne du volume courant est considérée comme une micro-inspiration.

1.3 Étiquetage syntaxique des pauses

Afin d'étudier la distribution syntaxique des pauses et d'investiguer l'interaction entre la respiration et la structure linguistique du discours, notamment lors d'une perturbation respiratoire liée aux fentes, nous avons procédé à l'annotation syntaxique des pauses respiratoires et non respiratoires.

En parole, il est courant d'utiliser les frontières de phrases, de propositions et de syntagmes comme repères syntaxiques (Grosjean & Collins, 1979 ; Winkworth et *al.*, 1994 ; Lalain et *al.*, 2012). Les pauses pourront ensuite être distinguées selon leur position aux frontières d'unités majeures (paragraphes, phrases et propositions), ou aux frontières d'unités mineures (syntagmes). Si cette méthode s'applique assez bien en parole lue, notamment grâce à la ponctuation qui contribue à la délimitation des unités syntaxiques, elle montre des limites en parole spontanée.

De ce fait, pour cette étude, nous nous sommes appuyée sur le document de travail proposé par (Tanguy et *al.*, 2012), fondé sur l'approche de la micro et macro-syntaxe, développée par Blanche-

Benveniste et *al.* (1990). Cette approche a l'avantage d'être adaptée à l'analyse de discours oraux, notamment spontanés, se basant sur les relations de dépendances entre les unités.

La transcription syntaxique a été faite en deux temps, à l'aide du logiciel Praat. Pour ce travail, deux lignes d'annotation ont été ajoutées : la tier *Rection* et la tier *Séquences*. La méthode de transcription est décrite précisément dans le document de travail fourni par Tanguy et *al.* (2012). Nous tâcherons d'en dépeindre les grandes lignes ci-dessous, aussi fidèlement que possible.

Dans un premier temps, nous avons procédé à la décomposition des productions orales en unités de rection, considérées comme les constituants syntaxiques maximaux, sur la ligne *Rection*. Les unités de rection sont régies par un noyau, le plus souvent le verbe, pouvant prendre également d'autres formes : nominale, pronominale, adverbiale, etc. Les unités de rection peuvent être verbale (urv), averbale (ura) ou encore elliptique (ure). Par ailleurs, il a été indiqué si les unités de rection demeuraient inachevées (-I) et si elles comprenaient des adjoints (+). Nous avons annoté également les marqueurs du discours, et les éléments associés au verbe recteur sur cette même ligne (Grosman et *al.*, 2018).

Dans un second temps, nous avons décomposé les unités de rection en séquences. La décomposition en unités plus petites dépend de la nature de l'unité de rection. Les unités de rections verbales sont divisées en séquence sujet (SS), verbale (SV), objet (SO) et régie (SR), comme suggéré par Bilger & Campione (2002). Les unités de rection averbales ont été divisées en séquences purement catégorielles : sont distinguées les séquences nominale (SN), pronominale (SPro), adverbiale (SAdv), etc. Sur cette ligne d'annotation sont également indiqués les marqueurs du discours et les disfluences. Contrairement à ce qui a été proposé dans d'autres études, nous n'avons pas détaillé la nature des disfluences rencontrées. En conséquence, ces dernières ont toutes été annotées sous la même étiquette : *dis*.

Tanguy et (2012) ont réservé la décomposition des unités au premier niveau syntaxique, considérant, par exemple, une subordonnée relative comme une seule unité, sans en justifier le choix. Dans le cadre de notre étude, il nous a paru essentiel de poursuivre cette transcription au deuxième niveau syntaxique. En effet, il est courant que les locuteurs produisent des pauses à

l'intérieur d'une longue subordonnée, sans pour autant nuire à la fluence. Ainsi, les propositions subordonnées ont été décomposées en séquence, de la même manière que les unités de rection.

Enfin, il convient de préciser que les pauses respiratoires et non respiratoires ont également été indiquées sur les lignes d'annotation *Rection* et *Séquences*.

Les transcriptions syntaxiques de la fable *La bise et le soleil*, ainsi que de la production semi-spontanée d'un des participants à cette étude sont consultables en annexe (*cf.* Annexe 9).

Afin de simplifier la représentation syntaxique des pauses respiratoires et non respiratoires, nous proposons de les annoter sous les étiquettes suivantes :

- ***Majeur***: il s'agit des pauses situées aux frontières des unités majeures. Sont considérées comme majeures les unités de rection, les marqueurs du discours et les adjoints du verbe recteur ;

- ***Mineur***: concerne les pauses situées aux frontières des constituants syntaxiques mineurs, à savoir les séquences catégorielles (dans le cas des unités de rection averbales) et fonctionnelles (dans le cas des unités de rection verbales) ;

- ***Intra-séquence*** : pour toutes les pauses situées à l'intérieur des séquences. Elles sont, de ce fait, considérées comme non-syntaxiques. En outre, les pauses suivant les *reparandum* (*cf.* Chapitre VI, section I.2.a), du fait de l'interruption de la fluidité verbale, sont également annotées sous cette étiquette. Les pauses situées à l'intérieur des mots sont également concernées. Si certaines études les considèrent dans une catégorie à part, elles seront classées parmi les pauses intra-séquences pour la présente étude, en raison de leur nombre restreint.

1.4 Mesures

1.4.1 Contrôle des variables acoustiques temporelles de la parole

Le nombre de pauses respiratoires (PR) et non respiratoires (PnR) ainsi que leur durée et leur distribution syntaxique ont été relevés pour chaque tâche de parole et pour chaque locuteur.

En outre, nous avons mesuré la durée des groupes de souffle et comptabilisé le nombre de syllabes par groupe (syll/GrS). Rappelons que le groupe de souffle correspond à l'intervalle phonatoire entre la fin d'une pause respiratoire et le début de la suivante. Comme souligné plus haut, pour chaque groupe de souffle, des mesures d'intensité ont été effectuées de façon à vérifier que l'éventuelle modification de l'amplitude des mouvements thoraco-abdominaux ne soit pas liée à une intensité plus forte. Les données relatives à ce paramètre ont bien indiqué que les variations minimes de l'intensité n'étaient pas en corrélation avec les mouvements thoraco-abdominaux du locuteur.

1.4.2 Mesures au niveau respiratoire

Les signaux respiratoires représentent la variation des périmètres thoraciques et abdominaux et offrent une visibilité indirecte des changements de volume pulmonaire.

L'analyse de mouvements inspiratoires sera enrichie par les mesures de leur durée et de leur amplitude. Rappelons que l'amplitude inspiratoire, exprimée en %MD, correspond à la différence entre les valeurs minimale et maximale de la courbe respiratoire croissante. La distribution syntaxique des inspirations est également précisée. Les inspirations initiales, à savoir celles réalisées au début du texte ou de la prise de parole en discours spontané, ont été exclues de nos analyses.

Dans le cadre de l'analyse de mouvements expiratoires, nous avons annoté, pour chacun de ces mouvements, le volume pulmonaire initial (LVI), correspondant à la valeur du mouvement au début de l'expiration, et donc, de manière indirecte au niveau pulmonaire, et le volume pulmonaire terminal (LVT) étant la valeur du mouvement à la fin de la phonation, et donc du niveau pulmonaire à la fin de la phonation. Chez l'enfant, la fin de l'expiration coïncide généralement au terme de la production sonore. Pour cette raison, nous n'avons pas pris en compte le niveau pulmonaire à la fin du mouvement expiratoire en lui-même.

L'amplitude expiratoire de chaque groupe de souffle est calculée. Elle correspond à la différence entre la valeur du LVI et celle du LVT. À l'instar de l'amplitude inspiratoire, elle est exprimée en MD%. Le choix de cette unité est expliqué dans le chapitre précédent (*cf.* Chapitre IV, section 5.3).

Pour chaque locuteur, le LVI et le LVT sont présentés par rapport au REL. Le REL, *respiratory end-expiratory level*, est considéré comme point de référence. Il est calculé pour chaque locuteur à partir de la moyenne des points maximaux de l'expiration de trois cycles respiratoires constants. Les valeurs situées au-dessus de ce seuil sont positives, tandis que les valeurs situées en-dessous sont négatives.

1.4.3 Variables temporelles

Afin d'établir une analyse aussi complète que possible de la relation entre l'organisation spatio-temporelle de la parole et de la respiration, nous calculerons pour chaque production, de chaque tâche et pour tout locuteur, la vitesse d'élocution et la vitesse d'articulation. Les calculs de ces variables temporelles ont été décrits par (Grosjean & Deschamps, 1972).

La vitesse d'élocution rend compte du nombre de syllabes produites par seconde, en incluant les pauses. Elle est calculée de la manière suivante :

$$\mathrm{VE} = \frac{\text{Nb total de syllabes}}{\text{Temps total de parole (Pauses incluses)}} = syll/sec$$

A l'inverse de la vitesse d'élocution, la vitesse d'articulation ne tient pas compte de la durée des pauses. Il s'agit du nombre de syllabes par seconde, durant le temps d'articulation, à savoir le temps de parole moins le temps total de pause.

$$VA = \frac{\text{Nb total de syllabes}}{\text{Temps d'articulation}} = syll/sec$$

Enfin, nous avons calculé le pourcentage de temps de pause par rapport au pourcentage de parole. Le calcul est le suivant :

$$\%\ temps\ de\ pause = \frac{\text{Temps de pause}}{\text{Temps de parole (pauses comprises)}} \text{x } 100 = \%$$

1.5 Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été essentiellement effectuées à l'aide du logiciel RStudio (version 1.4.1717, 2021). Seuls les calculs de ratio ont été réalisés à l'aide du logiciel Microsoft Excel (2016).

Pour chacune des variables étudiées, les valeurs moyennes et médianes ont été calculées, de façon à obtenir des informations précises et complémentaires. Les représentations graphiques de chaque variable révèlent la présence de données atypiques, relativement éloignées de la médiane. Pour cette raison, les valeurs servant à l'analyse descriptive de nos données porteront sur les médianes : celles-ci n'étant pas affectées par les valeurs atypiques, elles sont plus représentatives des phénomènes observés. Toutefois, une attention particulière sera portée à la comparaison des moyennes et médianes, de façon à vérifier qu'elles suivent des tendances semblables.

La significativité des résultats a été testée à l'aide d'une analyse de variance à mesures mixtes (ANOVA). Ainsi, il a été possible de vérifier les effets de facteurs inter-sujets et intra-sujets sur les différentes variables étudiées, à savoir, l'amplitude et la durée inspiratoire, la fréquence de l'inspiration, l'amplitude expiratoire, la durée et l'intensité des groupes de souffle, ainsi que le nombre de syllabes contenu dans ces groupes, la durée des pauses, les vitesses d'élocution et d'articulation, et le pourcentage de temps de pauses. Le facteur inter-sujet est le groupe de locuteur, permettant de comparer les performances des locuteurs porteurs de fente palatine à celles des locuteurs témoins. Les facteurs intra-sujets, constituant les mesures répétées, sont la tâche de parole, afin d'examiner les différences entre la parole lue et la parole semi-spontanée.

Les effets de la localisation syntaxique sur les pauses et sur les patterns inspiratoires ont également été calculés à partir d'une analyse de variance à mesure mixte à laquelle a été ajouté un second facteur intra-sujet : la localisation syntaxique.

Le seuil de significativité p a été déterminé à $p < 0{,}05$.

Pour chaque différence significative, des tests *post-hoc*, plus précisément les tests de Bonferroni, ont été appliqués, afin d'identifier les différences essentielles entre les groupes.

Sur le même modèle, nous avons testé indépendamment les effets de la variabilité inter-individuelle et de l'âge, avec pour facteur inter-sujet le locuteur, puis l'âge, respectivement, la tâche de parole constituant à nouveau le facteur intra-sujet.

Les effets du niveau de lecture sur nos différentes variables ont été calculés à partir d'une analyse de régression linéaire multiple, prenant pour facteur la variable numérique du nombre de Mots Correctement Lus par Minute (MCLM). Parmi toutes les variables étudiées, le niveau de lecture a une incidence significative sur l'amplitude inspiratoire ($t = 3{,}906$; $p < 0{,}001$), la durée de l'inspiration ($t = 15{,}247$; $p < 0{,}001$), le nombre de syllabes par groupe de souffle ($t = 9{,}641$; $p < 0{,}001$), l'amplitude expiratoire ($t = 2{,}289$; $p = 0{,}0222$) et la durée des pauses respiratoires ($t = -4{,}874$; $p < 0{,}001$).

Enfin, nos analyses ont conduit à des tests d'association entre deux variables quantitatives. Après vérification, chacune de ces variables suit une loi normale. Le test de corrélation linéaire de Pearson a donc été réalisé.

2. Résultats

2.1 Étude de la respiration : l'inspiration

Cette partie porte sur l'étude des mouvements inspiratoires en tant que tels. Nous nous intéresserons à son amplitude, à sa durée, à sa répartition au sein des pauses et à sa distribution linguistique. Les résultats que nous présentons reposent sur l'analyse de 1 437 inspirations.

2.1.1 L'amplitude inspiratoire

La contribution inspiratoire durant la phonation est évaluée à partir de l'amplitude de ce mouvement. Rappelons que l'amplitude correspond à la différence entre les valeurs minimale et maximale de la courbe inspiratoire. Elle est exprimée en pourcentage par rapport au déplacement maximal (%MD).

Le tableau 7 répertorie les moyennes et médianes de l'amplitude inspiratoire pour les locuteurs de contrôle (témoins) et pathologiques (FLP), selon la condition de parole.

Tableau 7. Valeurs moyennes et médianes de l'amplitude inspiratoire des locuteurs témoins et porteurs de fente (FLP) selon la tâche de parole. Les écarts-types sont précisés entre parenthèses.

	Lecture		**Semi-spontanée**	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
FLP	30,382 %MD (17,20)	26,947 %MD	33,242 %MD (18,08)	30,396 %MD
Témoin	30,744 %MD (15,71)	29,217 %MD	33,978 %MD (18,72)	31,551 %MD

L'analyse de variance à modèle mixte indique que la tâche de parole a une incidence d'effet sur l'amplitude inspiratoire ($F(1,21) = 4,634$; $p = 0,043$). En effet, l'amplitude de la prise de souffle est plus élevée en parole semi-spontanée qu'en lecture, aussi bien chez le groupe de contrôle que chez les enfants porteurs de fente palatine. Par ailleurs, une augmentation de la variabilité est observée dans le contexte de discours spontané, comme le démontrent les écarts-types (voir tableau 7) et les écarts interquartiles (figure 43).

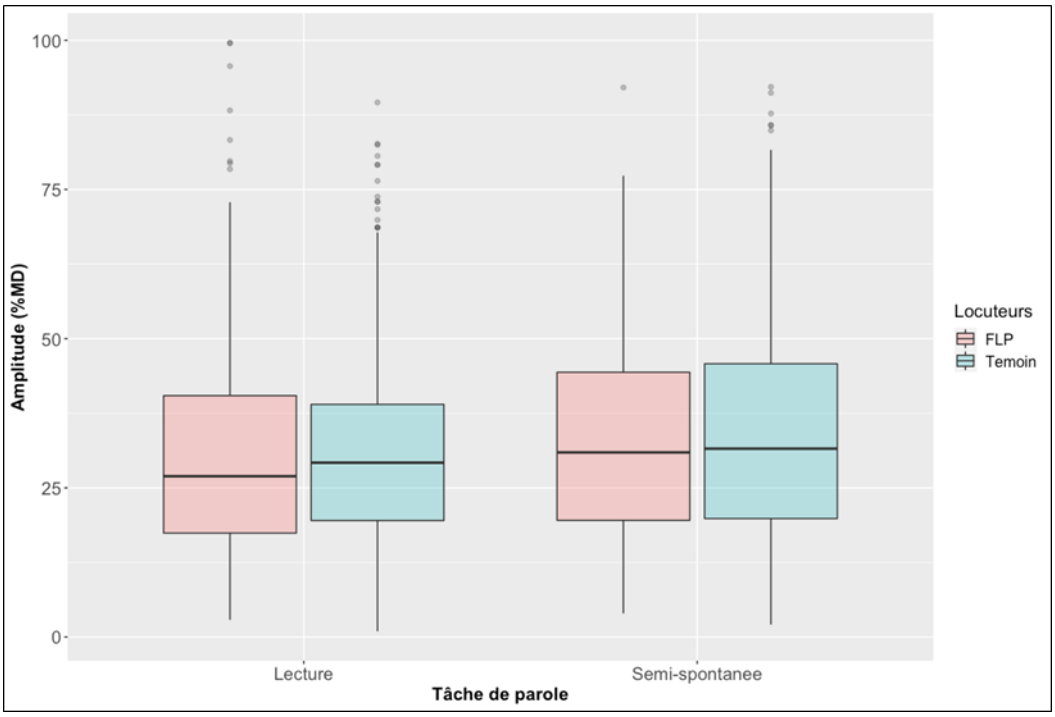

Figure 43. Amplitude du mouvement inspiratoire, exprimée en %MD, des locuteurs témoins et porteurs de fente palatine (FLP) en parole lue (à gauche) et en parole semi-spontanée (à droite)

La distribution des valeurs relatives à l'amplitude inspiratoire selon le groupe de locuteurs et en fonction de la tâche de parole (figure 43) indique que l'amplitude inspiratoire médiane a tendance à être plus élevée chez les locuteurs témoins que chez les enfants porteurs de fente palatine dans les deux conditions de parole. Les membres du groupe témoin produisent un nombre plus important d'inspirations dont l'amplitude est supérieure à la médiane des locuteurs pathologiques. En d'autres termes, leur contribution inspiratoire est souvent plus forte que celle des enfants porteurs de fente.

En lecture, l'amplitude inspiratoire médiane générée par les locuteurs porteurs de fente est inférieure à celle du groupe témoin : sa valeur est de 26,947 %MD pour les locuteurs FLP et 29,217 %MD pour les locuteurs de contrôle. La moitié des inspirations réalisées par les enfants porteurs d'une fente ont une amplitude qui varie entre 17,42 %MD et 40,45 %MD. Les valeurs d'amplitude typiques des locuteurs témoins sont comprises entre 19,52 %MD et 38,99 %MD. En outre, l'écart interquartile est plus important chez les locuteurs présentant une division palatine,

mettant au jour une plus grande variabilité de l'amplitude parmi eux. Ces résultats semblent confirmés par les écarts-types (FLP σ = 17,20 ; témoin σ = 15,71). La variabilité observée pourrait être induite par les différences stratégiques liées au degré d'adéquation du voile du palais, conditionnant l'effort respiratoire. Nous y reviendrons dans le bilan provisoire. Par ailleurs, le niveau de lecture ayant également une incidence sur l'amplitude inspiratoire, il pourrait être un des facteurs responsables de l'augmentation de la variabilité constatée en lecture, pour ce groupe de locuteurs.

En parole semi-spontanée, la médiane des locuteurs témoins est derechef plus élevée que celle des enfants porteurs de fente palatine (FLP =30,396 %MD ; Témoin = 31,51 %MD). En ce qui concerne les enfants FLP, l'amplitude de la moitié des inspirations est comprise entre 18,80 %MD et 44,11 %MD, valeurs supérieures à celles obtenues en lecture pour ce même groupe. Les mouvements inspiratoires typiques des locuteurs témoins se situent entre 20,08 %MD et 44,12 %MD, ce qui est à nouveau plus important qu'en parole lue. Notons que les écarts interquartiles sont plus élevés en parole semi-spontanée que lue pour les deux groupes de locuteurs. L'amplitude inspiratoire est donc soumise à davantage de variabilité dans le contexte semi-spontané.

Si nous observons une augmentation de l'amplitude inspiratoire chez les locuteurs témoins, dans les deux conditions de parole, il apparait, d'après l'analyse de variance à mesures mixtes (Anova), que la différence entre les deux groupes n'est pas significative ($F(1,21) = 0,325$; $p = 0,575$).

Nous constatons également la présence de valeurs atypiques, plus récurrentes chez les locuteurs témoins que chez ceux porteurs de fente, dans les deux conditions de parole. En parole semi-spontanée et parmi les locuteurs témoins, ces valeurs sont condensées entre 79,24 %MD et 94,58 %MD. En revanche, en lecture, elles atteignent au plus haut point 88 %MD. Ces tendances semblent témoigner d'une plus grande aisance de réorganisation des stratégies inspiratoires sans sortir de la cible de la part de ces locuteurs, en comparaison avec les sujets pathologiques. Nous y reviendrons. Ajoutons que des amplitudes aussi élevées sont généralement suivies d'un groupe de souffle relativement long, variant de 6,58 à 9 secondes. Il est d'autant plus étonnant que les unités syntaxiques comprises au sein de ces groupes soient délimitées par des pauses non respiratoires. Cette stratégie particulière reflète une gestion respiratoire parfois non optimale chez l'enfant.

Contre toute attente, les valeurs atypiques sont moins présentes chez les locuteurs FLP. En outre, elles sont moins nombreuses en discours semi-spontané, alors que cette condition de parole est soumise à davantage de variabilité. Néanmoins, les quelques valeurs atypiques observées parmi ces locuteurs sont élevées, reflétant des contributions inspiratoires pouvant atteindre des valeurs extrêmement proches du déplacement maximal (ex. : 99,598 %MD). Dans nos recherches futures, il serait intéressant d'étudier dans quels contextes de telles valeurs apparaissent.

L'analyse de variance multiple à deux facteurs témoigne d'une forte variabilité interindividuelle dans la contribution inspiratoire fournie durant les deux tâches de parole (p <0,000 215). Cette variabilité entre les locuteurs ne semble pas plus importante pour un groupe que pour l'autre.

En complément de la description des mouvements inspiratoires précédemment établie, nous nous intéressons désormais à l'interaction entre la distribution syntaxique des inspirations et leur amplitude. Une analyse de variance mixte a été réalisée afin de tester les effets de la localisation des inhalations au sein des énoncés sur la contribution respiratoire. Les résultats révèlent une incidence significative de la localisation syntaxique sur l'amplitude inspiratoire (F (1,21) = 15,634 ; p = 1,92 ^{e}-07).

Pour rappel, la localisation est spécifiée sous trois étiquettes différentes : majeur, pour les inspirations situées aux extrémités des constituants syntaxiques majeurs (unités de rection, marqueur de discours entre deux unités de rection, etc.) ; mineur, pour celles réalisées aux frontières des unités syntaxiques mineures (séquences) et intra-séquence pour toutes les inspirations apparaissant au sein des plus petits constituants syntaxiques.

La figure 44 illustre la distribution des valeurs de l'amplitude selon les mêmes facteurs, en fonction de la localisation syntaxique, des groupes de locuteurs, et dans les deux conditions de parole. Les valeurs moyennes et médianes chiffrées sont reportées dans le tableau 8.

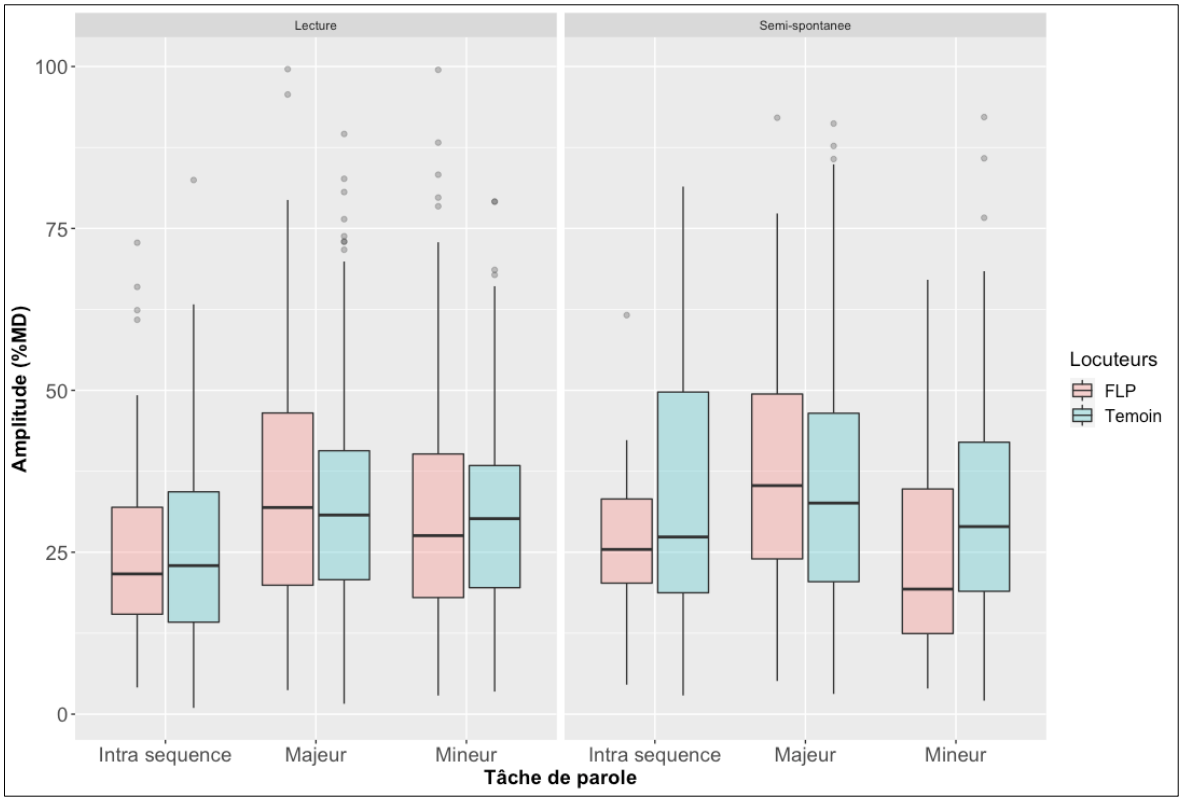

Figure 44. Répartition des valeurs de l'amplitude inspiratoire des locuteurs porteurs de fente (FLP) et témoins selon la localisation syntaxique, en parole lue (à gauche) et semi-spontanée (à droite)

Au vu des résultats (figure 44), le mouvement inspiratoire tend à être plus ample lorsqu'il est réalisé aux frontières syntaxiques majeures. En parole semi-spontanée, la différence entre les inspirations situées aux extrémités des unités majeures et celles aux frontières mineures apparait comme significative pour les locuteurs porteurs de fente palatine (F = 11,598 ; p = 0,049). Notons toutefois que l'indice de significativité est assez faible. En revanche, la différence est plus ténue chez les locuteurs témoins (p =0,933) : en lecture, les valeurs médianes des inspirations majeures et des inspirations mineures sont assez similaires (majeur = 30,74 %MD ; mineur = 30,19 %MD ; F = -1,253 ; p = 0,999). En parole semi-spontanée, l'écart est plus perceptible (majeur = 32,74 %MD ; mineur = 29,649 %MD) bien que non significatif (F = -2,525 ; p = 0,998).

Les inspirations situées à l'intérieur des séquences sont généralement moins nombreuses que celles coïncidant aux frontières syntaxiques, sauf chez les locuteurs porteurs de fente palatine en parole semi-spontanée. En effet, pour ce groupe, et dans cette condition de parole, l'amplitude des prises de souffle intra-séquences est plus élevée que pour celles situées aux frontières mineures.

Chez les locuteurs porteurs de fente, l'amplitude des inspirations non syntaxiques est significativement inférieure à celle des prises de souffle réalisées entre les unités de rection (F = 10,48 ; p = 0,00058). En revanche, elles ne présentent pas de différence significative avec les inspirations recensées aux frontières des séquences, aussi bien en parole lue (F = 6,055 ; p = 0,166) qu'en parole semi-spontanée (F = 1,508 ; p = 1,000). Parmi les locuteurs témoins, aucun effet caractéristique n'est observé entre l'amplitude des inspirations localisées aux frontières syntaxiques et celles situées en dehors de ces frontières, quelle que soit la condition de parole (F = 5,587 ; p = 0,680).

Il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes (F = 0,579 ; p = 0,533) : l'amplitude a tendance à être plus élevée chez les locuteurs témoins que chez les enfants porteurs de fente palatine, sauf dans le cas des inspirations localisées aux frontières majeures. En effet, les locuteurs pathologiques ont tendance à réaliser des mouvements inspiratoires plus amples que les membres du groupe témoin entre les unités de rection. Cela est observé aussi bien en parole lue (FLP = 31,90 %MD ; Témoin = 30,74 %MD) qu'en parole semi-spontanée (FLP = 34,66 %MD ; Témoin = 32,74 %MD).

Les écarts interquartiles révèlent, en lecture, une plus grande variabilité de l'amplitude des inspirations syntaxiques chez les locuteurs porteurs de fente palatine, en comparaison avec les locuteurs témoins.

Nous constatons qu'en lecture, les valeurs typiques de la contribution respiratoire aux frontières syntaxiques sont plus dispersées chez les locuteurs porteurs de fente palatine que chez les locuteurs témoins, mettant au jour une plus grande variabilité du mouvement inspiratoire parmi ces locuteurs. À l'inverse, les inspirations du groupe contrôle semblent plus inconstantes que celles des enfants FLP, lorsqu'elles sont non syntaxiques. En parole semi-spontanée, l'écart de variabilité entre les deux groupes de locuteurs s'estompe. Le degré de fluctuation de la contribution inspiratoire est à peu près similaire chez les locuteurs témoins et pathologiques, excepté parmi les inspirations intra-séquences où la variabilité est plus importante chez les enfants constituant le groupe de

contrôle. Nous constatons que la variabilité touche davantage les inspirations dont l'amplitude est supérieure à la valeur médiane, à savoir 25,60 %MD.

Enfin, la figure 44 fait ressortir la présence de données atypiques. En lecture, nous en relevons sous toutes les étiquettes syntaxiques. Dans le discours semi-spontané, ces valeurs irrégulières sont essentiellement réalisées aux extrémités des constituants syntaxiques. Les locuteurs porteurs de fente palatine présentent des valeurs élevées dont certaines sont proches du déplacement maximal (FLP – lecture – majeur = 99,598 %MD ; FLP – semi-spontanée- majeur = 99,921 %MD). Une telle hausse de la contribution inspiratoire pourrait refléter un besoin d'anticiper un fort volume pulmonaire, de façon à produire un groupe de souffle long. L'analyse des groupes de souffle subséquents à ces inspirations montre qu'il n'en est rien. En effet, ces dernières sont suivies d'un groupe de souffle d'environ 2,12 secondes, ce qui correspond à la durée moyenne d'un groupe de souffle pour ces locuteurs (*cf.* section II.2.b de ce chapitre). Dans le cas présent, la contribution inspiratoire est disproportionnée par rapport à la demande phonatoire, traduisant une gestion non optimale de la respiration.

Bien que des différences d'amplitude soient observées selon l'étiquette syntaxique de la prise de souffle, aucun effet caractéristique, lié à la localisation de l'inspiration n'a été relevé. Par ailleurs, si la différence de la contribution inspiratoire tend à être plus marquée selon sa position au sein des énoncés chez les locuteurs porteurs de fente palatine, elle n'en demeure pas moins non significative.

Tableau 8. Valeurs moyennes et médianes de l'amplitude inspiratoire, exprimées en %MD, des locuteurs porteurs de fente et témoins selon la localisation syntaxique, en parole lue et semi-spontanée. Les écart-types sont précisés entre parenthèses.

		Fentes palatines		**Témoin**	
		Moyennes (σ)	**Médianes**	**Moyennes (σ)**	**Médianes**
Lecture	**Intra-sqce**	24,34 (13,7)	21,65	26,22 (16)	22,93
	Majeur	34,82 (18,9)	31,90	31,81 (16,5)	30,74
	Mineur	30,39 (16,8)	27,57	30,56 (14,7)	30,19
Semi-spontanée	**Intra sqce**	26,57 (13,4)	25,46	34,88 (18,7)	25,60
	Majeur	36,50 (18,4)	34,66	32 (18,6)	32,74
	Mineur	24,15 (14,7)	19,28	31,32 (19,2)	29,649

2.1.2 Durée de l'inspiration

Les durées moyennes et médianes de l'inspiration sont présentées dans le tableau 9, pour chaque groupe de locuteurs et chaque tâche de parole. La figure 45 apporte des informations complémentaires sur la répartition des valeurs temporelles du mouvement inspiratoire.

Tableau 9. Valeurs moyennes et médianes de la durée de l'inspiration des locuteurs de contrôle et porteurs de fente palatine (FLP). Les écarts-types sont indiqués entre parenthèses.

	Lecture		**Semi-spontanée**	
	Moyenne (σ)	**Médiane (var)**	**Moyenne (σ)**	**Médiane (var)**
FLP	0,439 (0,208)	0,39 (0,043)	0,681 (0,428)	0,595 (0,183)
Témoin	0,428 (0,194)	0,39 (0,038)	0,603 (0,320)	0,515 (0,102)

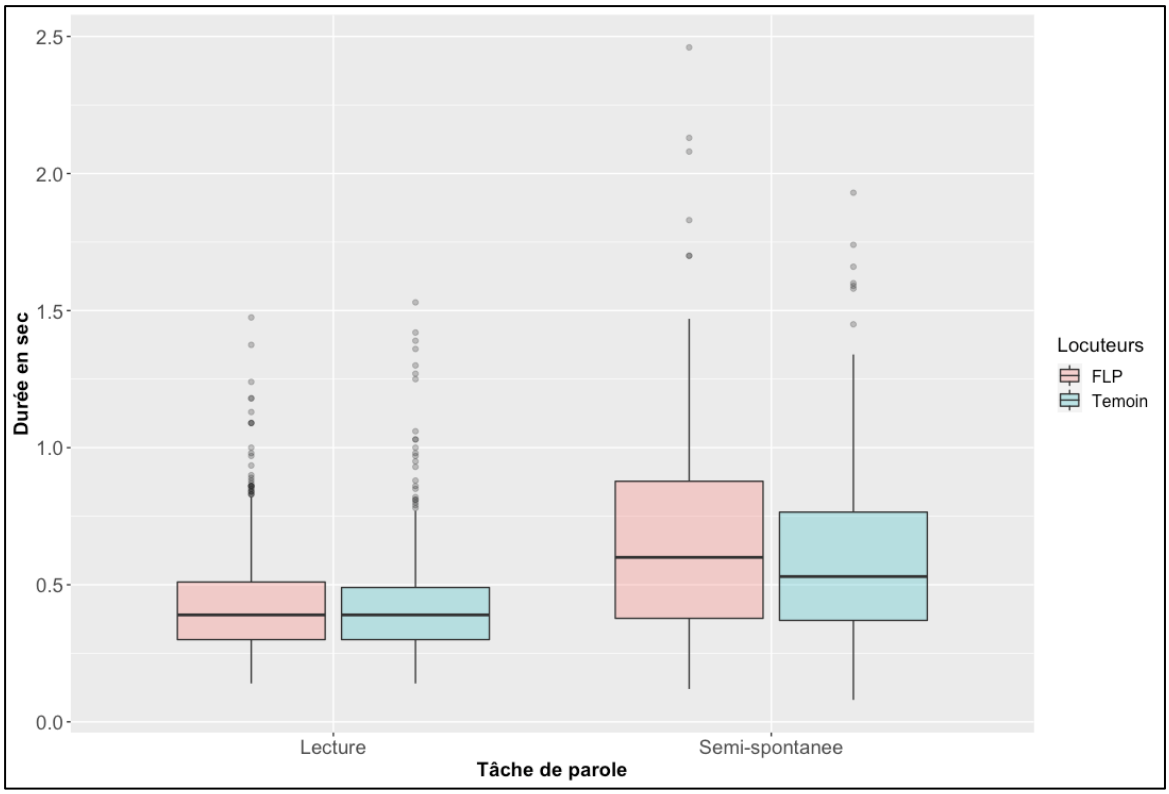

Figure 45. Durée de l'inspiration (en seconde) selon la tâche de parole et selon le groupe de locuteurs

La durée de la prise de souffle est influencée par la tâche de parole (F(1,21) = 36,5 ; p = 0,000 027). En effet, le mouvement inspiratoire est plus long en parole semi-spontanée qu'en lecture, et ce, quel que soit le groupe de locuteurs. En outre, les écarts-types révèlent un taux de variabilité plus important au cours de la seconde tâche, comme cela est attendu en raison de l'augmentation de la demande cognitivo-linguistique qu'elle suscite. En revanche, la durée de l'inspiration ne présente aucune différence significative entre les deux groupes de locuteurs, quelle que soit la tâche de parole (p = 0,237).

En lecture, les durées inspiratoires des deux groupes de locuteurs sont relativement similaires (moy. FLP = 0,439 sec ; Témoins = 0,428 sec ; médiane FLP & témoins = 0,39 sec). La parole semi-spontanée met en évidence une séparation plus importante entre les locuteurs témoins et pathologiques (tableau 3). En effet, l'inspiration a tendance à être plus longue chez les enfants porteurs de fente palatine, bien que cette différence ne soit pas significative. La distribution des

valeurs temporelles de l'inspiration est également plus éparse parmi ces locuteurs. Précisément, les durées typiques de l'inspiration varient entre 0,38 et 0,89 seconde chez les locuteurs FLP, tandis que les inspirations des locuteurs de contrôle sont comprises entre 0,37 et 0,75 seconde : la durée est donc plus fluctuante chez les enfants porteurs de fente. La figure 3 met également en évidence la présence de valeurs atypiques dont certaines sont assez élevées chez les locuteurs porteurs de fente palatine, notamment en parole semi-spontanée : certaines de ces durées sont comprises entre 2 et 2,48 secondes. Il est tout à fait loisible de croire qu'il s'agit là d'un effet de la demande cognitivo-linguistique sur le mouvement inspiratoire, ralentissant ainsi le décours temporel du mouvement.

Nous poursuivons l'analyse de la durée de l'inspiration en nous intéressant à son interaction avec sa position au sein des énoncés et du discours (figure 46).

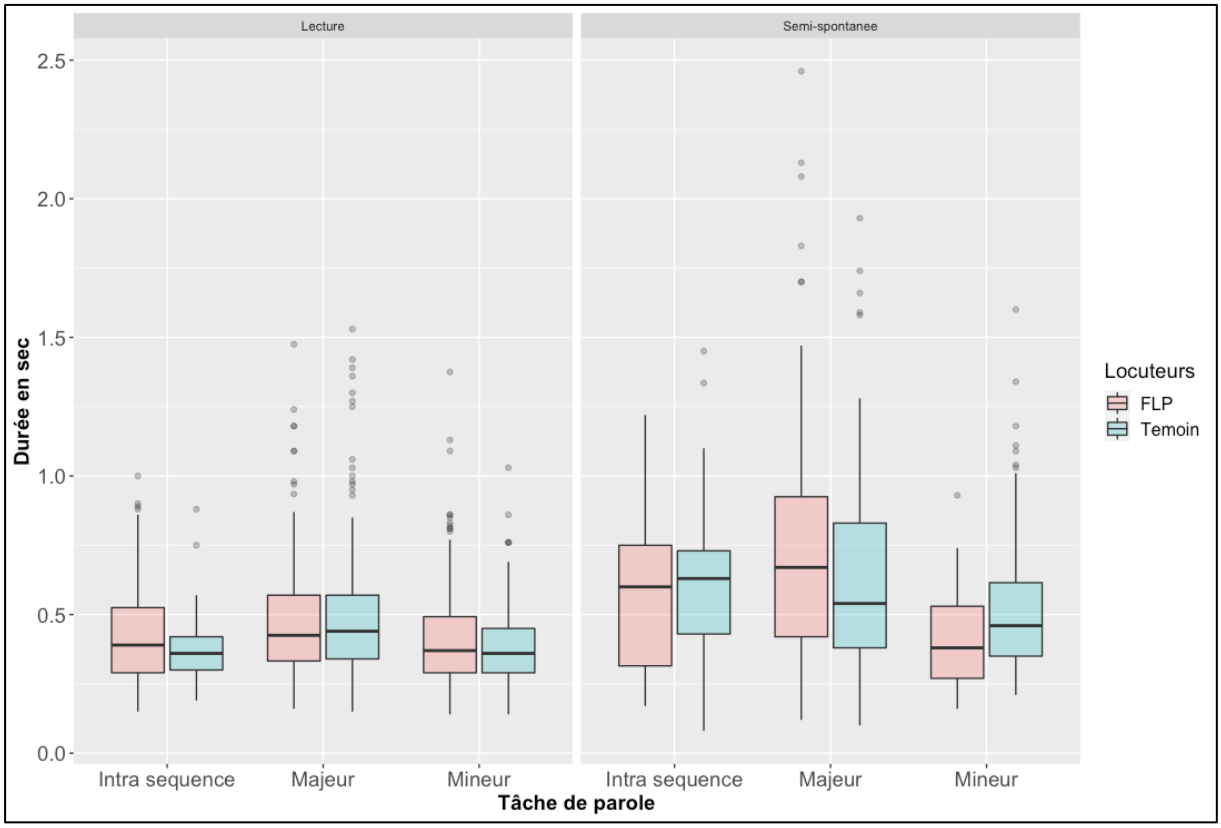

Figure 46. Durée de l'inspiration selon la localisation syntaxique en parole lue (gauche) et semi-spontanée (droite) pour les locuteurs témoins et ceux porteurs de fente palatine (FLP)

La distribution des données révèle des patterns temporels relativement stables entre les deux groupes de locuteurs en lecture. En effet, la durée des inspirations localisées aux endroits prévus par la syntaxe n'indique pas de différence significative entre les deux groupes (F = 0,770 ; p = 0,3803). L'analyse de variance mixte (Anova) confirme l'effet de la localisation syntaxique sur la durée du mouvement inspiratoire (F = 24,707 ; p = 2,89^{e}-11).

En lecture, l'inspiration est significativement plus longue lorsqu'elle est réalisée aux frontières des unités de rection qu'aux extrémités des séquences(F = 0,0927 ; p = 0,000011). En revanche, aucune différence significative n'apparait entre les inspirations syntaxiques, aussi bien mineures que majeures, et non syntaxiques (F = 0,0704 ; p = 0,081).

Quelques contrastes sont observés en parole semi-spontanée. Tandis que la durée inspiratoire des locuteurs porteurs de fente palatine ne se démarque pas significativement de celle des locuteurs témoins en position mineure et intra-séquence (F = 0,096 ; p = 0,292), une différence significative apparait entre les deux groupes lors de la réalisation des inspirations situées entre les unités de rection. En effet, aux frontières des unités syntaxiques majeures, l'inspiration est plus longue chez les locuteurs porteurs de fente palatine que chez les locuteurs témoins (FLP = 0,680 sec ; T = 0,53 sec ; F = 0,219 ; p = 0,0054). Parmi les locuteurs témoins, la localisation syntaxique n'a pas d'incidence majeure sur la durée de l'inspiration (F = 0,303 ; p = 0,7666). Notons toutefois que les inspirations non syntaxiques tendent à être plus longues que celles qui sont en adéquation avec la structure syntaxique des énoncés. Ces inspirations non syntaxiques correspondent souvent à des hésitations. Nous posons que l'élévation de la demande cognitivo-linguistique, responsable de l'hésitation, ralentirait la progression du mouvement. Si ce postulat s'avère vrai, il renforcerait l'hypothèse des effets de l'intensité de l'activité cognitive sur les mouvements respiratoires. En ce qui concerne les enfants porteurs de fente palatine, les inspirations réalisées entre les unités de rection sont significativement plus longues que celles situées entre les séquences (F = 0,483 ; p = 0,0000041).

En parole semi-spontanée, la durée des inspirations est également soumise à une importante variabilité, et ce, quelle que soit la localisation syntaxique. Les inspirations entre les séquences demeurent plus constantes que celles entre les unités de rection : les stratégies mobilisées sont donc plus fluctuantes en fin de rection. La figure 46 met également en lumière une importante asymétrie de la répartition des valeurs à l'intérieur des séquences, aussi bien auprès des locuteurs témoins que ceux porteurs de fente. Ainsi, dans les deux cas, les valeurs inférieures à 0,543 sec pour les locuteurs FLP et 0,630 sec pour les locuteurs témoins sont plus dispersées que celles situées au-dessus de ces seuils.

Tableau 10. Valeurs moyennes et médianes de la durée de l'inspiration selon le groupe de locuteurs, la tâche de parole et la localisation syntaxique. Les écart-types, pour les moyennes, et les variances, pour les médianes, sont indiqués entre parenthèses.

		Fentes palatines		**Témoin**	
		Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Lecture	**Intra sqce**	0,435 (0,199)	0,39	0,383 (0,144)	0,36
	Majeur	0,488 (0,245)	0,425	0,486 (0,236)	0,44
	Mineur	0,413 (0,184)	0,37	0,378 (0,130)	0,36
Semi-spontanée	**Intra sqce**	0,549 (0,292)	0,543	0,638 (0,332)	0,630
	Majeur	0,757 (0,452)	0,680	0,619 (0,327)	0,53
	Mineur	0,464 (0,272)	0,39	0,539 (0,287)	0,46

Les patterns physiques et temporels de l'inspiration présentent des similarités. Nous souhaitons maintenant vérifier le niveau d'association entre ces deux variables. Suivant toutes les deux une loi normale, nous avons recours au test de corrélation linéaire de Pearson. Les résultats révèlent une interaction partielle entre la durée et l'amplitude du mouvement inspiratoire ($r = 0{,}447$; $p < 2{,}2^{e}\text{-}16$). Ainsi, l'allongement de la durée de l'inspiration n'est pas systématiquement conséquent à une augmentation de l'amplitude inspiratoire, ce qui suggère l'intervention d'autres facteurs sur la temporalité et/ou la contribution inspiratoire.

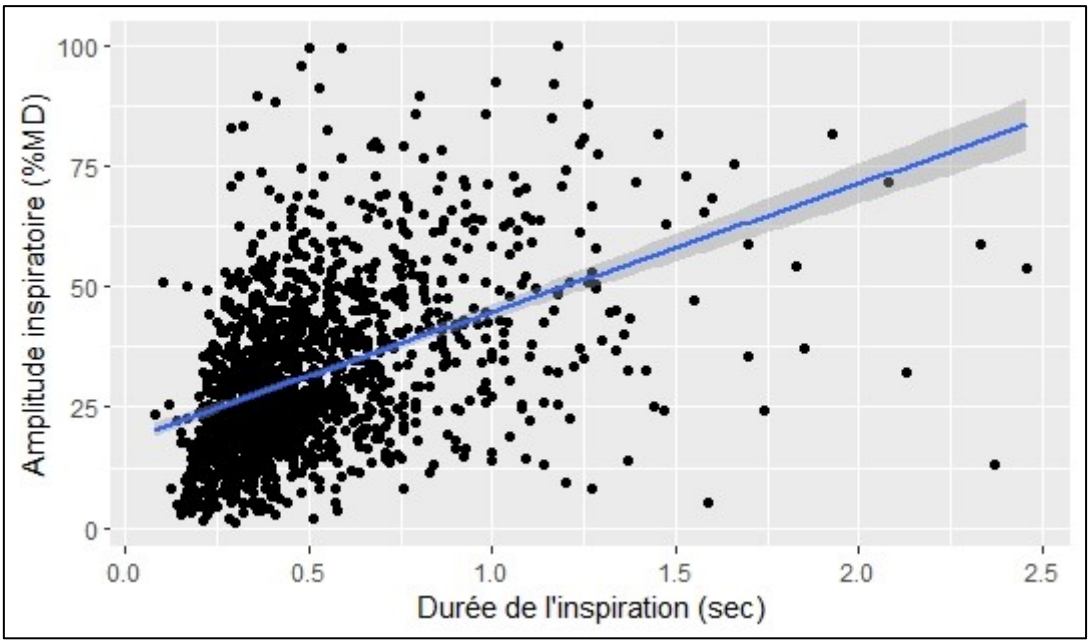

Figure 47. Représentation de l'amplitude de l'inspiration en fonction de sa durée (r= 0,447)

2.1.3 Fréquence de l'inspiration

En complément de l'analyse des patterns inspiratoires, nous nous sommes intéressée à la fréquence d'inspiration des enfants porteurs de fente palatine, en comparaison aux locuteurs témoins.

La fréquence inspiratoire varie selon la tâche de parole et selon le groupe de locuteurs (figure 48).

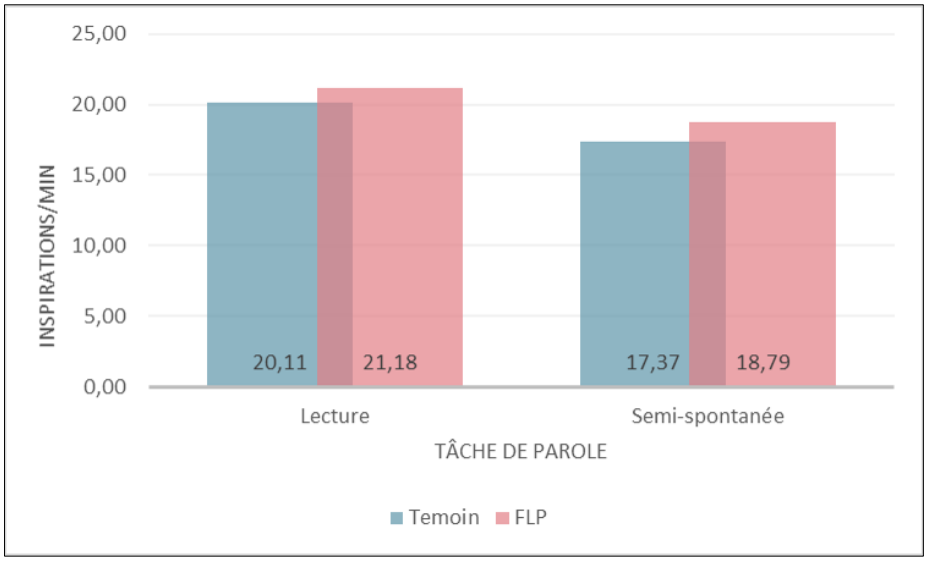

Figure 48. Fréquence d'inspiration par minute selon le groupe de locuteurs, en parole lue et semi-spontanée

En lecture, les enfants porteurs de fente palatine réalisent en moyenne 21,184 prises de souffle par minute, tandis qu'en parole semi-spontanée, ils produisent 18,790 inspirations par minute. Les locuteurs témoins inspirent environ 20,11 fois et 17,37 fois par minute, en parole lue et en parole semi-spontanée, respectivement. Au vu des résultats, les enfants présentant une division palatine tendent à reprendre le souffle plus régulièrement que les locuteurs de contrôle. Néanmoins, cette différence n'est pas significative ($F(1,24) = 0,562$; $p = 0,561$).

Les résultats mettent également au jour un ralentissement significatif de la fréquence inspiratoire en parole semi-spontanée, en comparaison avec la lecture, aussi bien chez les locuteurs pathologiques que chez les locuteurs témoins ($F(1,24) = 12,032$; $p = 0,002$).

2.1.4 Analyse des micro-inspirations dans le discours

Nous proposons une analyse complémentaire de la mécanique inspiratoire en nous intéressant à la distinction entre les inspirations et les micro-inspirations, définies précédemment dans ce chapitre (*cf.* section I.2.b).

Au sein de notre corpus, nous relevons 136 micro-inspirations parmi les 1437 inhalations recensées : 63 chez les locuteurs porteurs de fente palatine et 73 parmi les sujets de contrôle.

La figure 49 représente le ratio des micro-inspirations et inspirations selon le groupe de locuteurs, en parole lue et semi-spontanée.

Les résultats révèlent un taux de micro-inspirations largement inférieur à celui des inspirations, tant chez les locuteurs témoins que chez ceux porteurs de fente, et cela quelle que soit la tâche de parole. Toutefois, le nombre de micro-inspirations est plus important en parole semi-spontanée qu'en lecture. En outre, durant la seconde tâche de parole, le ratio de micro-inspiration est plus élevé parmi les locuteurs pathologiques que chez les locuteurs de contrôle, tandis qu'il est assez similaire entre les deux groupes en lecture.

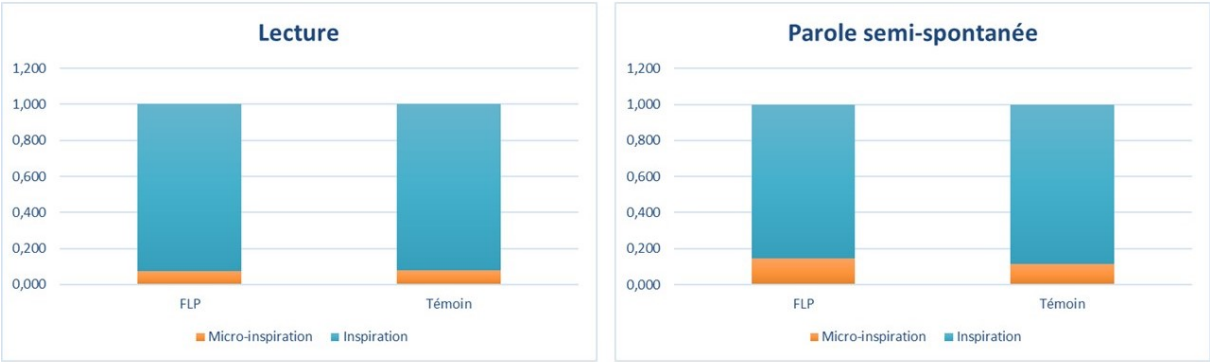

Figure 49. Ratio des inspirations et micro-inspirations chez les locuteurs témoins et porteurs de fente palatine (FLP), en parole lue (à gauche) et semi-spontanée (à droite)

Ces micro-inspirations ont été relevées chez la plupart des participants retenus pour cette étude : seuls trois locuteurs de contrôle n'en ont réalisé aucune. Il est intéressant de constater qu'elles apparaissent aléatoirement au sein des productions de nos locuteurs suivant deux patterns différents : soit de manière isolée et dans ce cas, elles sont généralement suivies d'un groupe de souffle assez court (environ 1,5 sec) avant de reprendre une inspiration supérieure ou égale au volume courant, soit plusieurs micro-inspirations se succèdent dans un intervalle de temps restreint.

Nous nous sommes ensuite intéressée à la distribution syntaxique des micro-inspirations, en vue d'identifier leur contexte d'apparition. La figure 50 illustre le pourcentage de micro-inspirations suivant leur localisation syntaxique pour les locuteurs témoins et pathologiques (FLP), en parole lue et semi-spontanée.

Bien que présentes dans les trois contextes syntaxiques identifiés, nous constatons qu'un grand nombre des micro-inspirations relevées concorde avec les frontières syntaxiques, qu'elles soient majeures ou mineures, et ce, chez les deux groupes de locuteurs et dans les deux conditions de parole. Peu d'entre elles sont placées à l'intérieur des séquences, aussi bien dans la première que dans la seconde situation de parole.

En lecture, les micro-inspirations produites par les enfants porteurs de fente le sont en grande partie aux frontières syntaxiques majeures. En ce qui concerne les locuteurs témoins, elles sont plus souvent réalisées aux limites des séquences. En revanche, en parole semi-spontanée, ces micro-inspirations apparaissent majoritairement aux extrémités des unités de rection (majeur) pour les deux groupes de locuteurs.

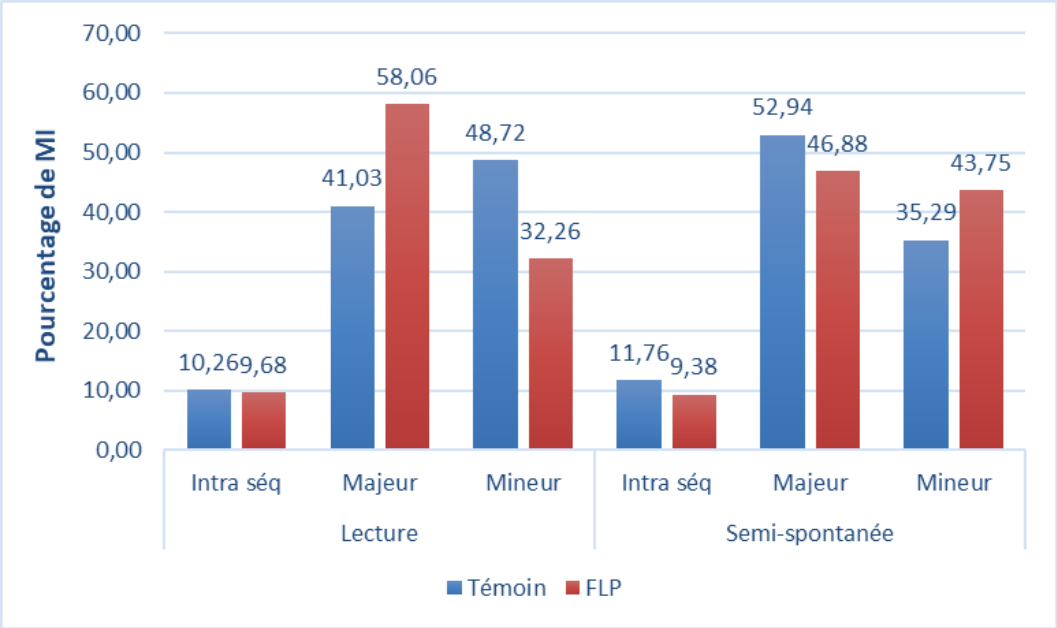

Figure 50. Distribution syntaxique des micro-inspirations selon le groupe de locuteurs, en parole lue et semi-spontanée

Les ratios des inspirations et micro-inspirations selon la localisation syntaxique sont consultables en annexe (*cf.* Annexe 11).

En résumé

L'amplitude inspiratoire ne diffère pas de manière significative entre les deux groupes de locuteurs : elle tend à être plus élevée chez les locuteurs témoins mais l'effet n'est pas notoire. Par ailleurs, bien que des tendances soient observées, la contribution inspiratoire thoraco-abdominale n'est affectée ni par la tâche de parole ni par la localisation syntaxique de l'inspiration.

Les locuteurs témoins et pathologiques réalisent des mouvements inspiratoires d'une durée relativement similaire. La durée de l'inspiration est sensible à la tâche de parole, celle-ci étant plus élevée en parole semi-spontanée. La longueur du mouvement varie aussi selon sa position aux frontières des constituants majeures et mineures. En revanche, il n'y a pas de différence significative entre les inspirations syntaxiques et non syntaxiques.

Les locuteurs porteurs de fente palatine tendent à reprendre leur souffle plus régulièrement que les locuteurs témoins. En outre, la fréquence inspiratoire diminue en parole semi-spontanée.

Enfin, l'analyse des micro-inspirations met au jour leur présence tant chez les locuteurs témoins que chez ceux porteurs de fente palatine. De surcroit, elles sont majoritairement présentes aux frontières des unités syntaxiques, indiquant qu'elles sont parfaitement imbriquées dans les patterns inspiratoires.

2.2 Étude de la respiration : l'expiration phonatoire

Cette partie est consacrée à l'étude du comportement expiratoire chez les locuteurs porteurs de fente palatine, en comparaison avec le groupe de contrôle, durant les productions de parole lue et semi-spontanée. Dans un premier temps, nous explorerons le fonctionnement mécanique de l'expiration au niveau thoraco-abdomin Dans un deuxième temps, nous examinerons l'impact de ces gestes sur l'organisation spatio-temporelle de la parole à travers l'analyse des groupes de souffle, définis comme l'intervalle phonatoire entre la fin d'une pause respiratoire et le début de la suivante.

Dans un troisième et dernier temps, une attention sera portée à l'interaction entre les caractéristiques acoustiques temporelles du groupe de souffle et le mouvement expiratoire.

2.2.1 Amplitude expiratoire

La contribution expiratoire est exprimée par l'amplitude du mouvement, correspondant à l'intervalle entre le volume pulmonaire initial (LVI) et le volume pulmonaire à la fin du groupe de souffle (LVT), coïncidant généralement, chez nos locuteurs, avec la fin de l'expiration.

La figure 51 présente la contribution expiratoire des locuteurs porteurs de fente palatine, en comparaison avec le groupe de contrôle, selon la tâche de parole.

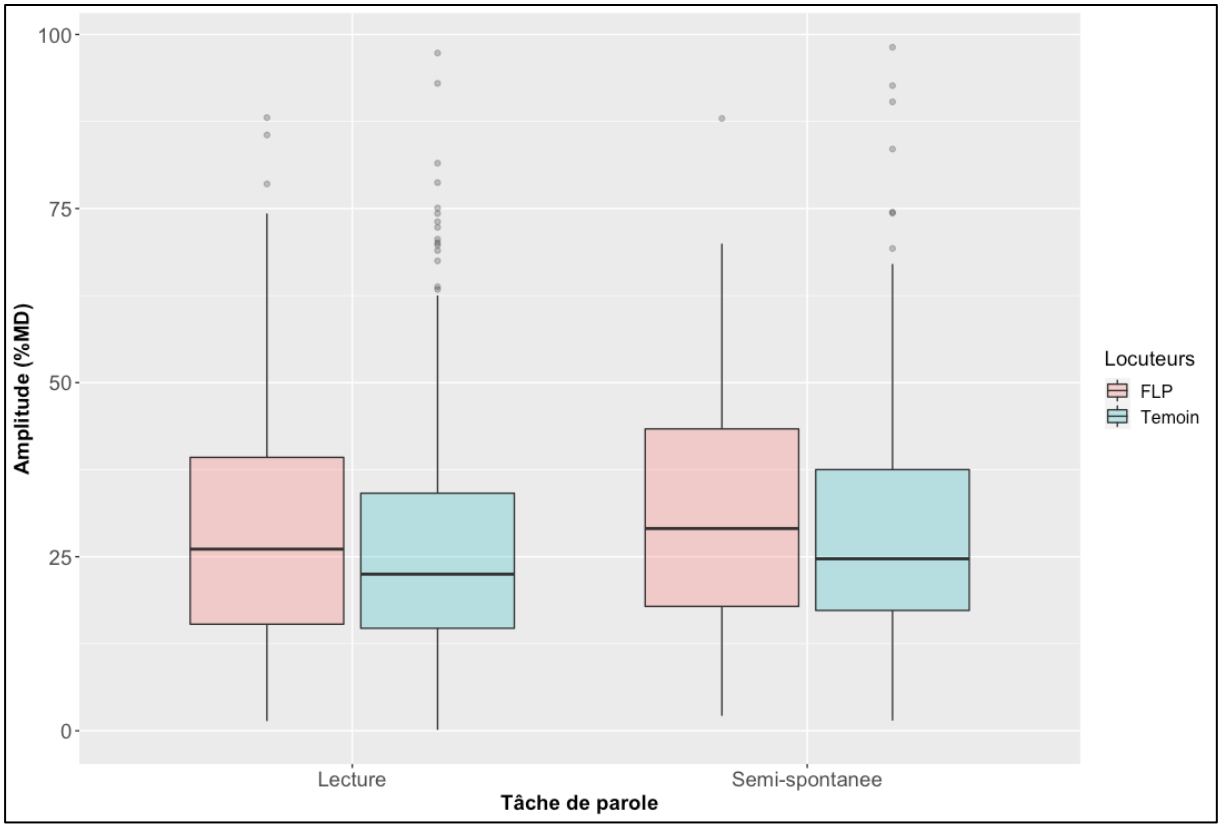

Figure 51. Distribution des valeurs de l'amplitude expiratoire (en %MD) chez les locuteurs porteurs de fente palatine (FLP) et locuteurs témoins selon la tâche de parole

Au vu des résultats, l'amplitude expiratoire médiane des enfants présentant une division palatine est supérieure à celle des locuteurs témoins, aussi bien en parole lue (FLP = 26,09 %MD ;

Témoins = 22,50 %MD) qu'en parole semi-spontanée (FLP = 29,06 %MD ; Témoin = 24,69 %MD). Les valeurs moyennes suivent les mêmes tendances (tableau 11). Pour autant, l'analyse de variance mixte ne révèle pas de différence significative entre les deux groupes (F (1,21) = 0,735 ; p = 0,401). La pente expiratoire tend donc à être plus raide chez les locuteurs pathologiques, suggérant la mobilisation d'un plus grand volume d'air de leur part, lors de la phonation. L'hétérogénéité des profils constituant ce groupe de locuteurs pourrait être responsable du manque de significativité des résultats, tous les locuteurs ne présentant pas les mêmes difficultés respiratoires et phonatoires, suivant la sévérité de la fente et des séquelles associées. Le recours à une plus forte dépense d'air pourrait être davantage observée chez les locuteurs souffrant d'incompétence vélo-pharyngée et d'une déperdition nasale constante, afin de pallier la perte de pression intraorale continue. Nous tâcherons de vérifier cette hypothèse dans la suite de notre étude. Notons également que le niveau de lecture a une incidence sur la pente expiratoire, contribuant ainsi à la variabilité plus importante observée en lecture, chez ces locuteurs dont le nombre de mots correctement lus par minute est plus fluctuant.

Chez les sujets pathologiques, les expirations les plus représentatives varient entre 15,31 %MD et 39,27 %MD en parole lue, et 18,28 %MD et 40,70 %MD en discours semi-spontané. Peu de données atypiques sont observées pour ces enfants. L'amplitude expiratoire des locuteurs témoins fluctue entre 14,72 %MD et 34,12 %MD lors de la lecture et 17,76 %MD et 37,51 %MD. Notons que la dépense expiratoire de ces sujets tend à être plus constante lorsque sa valeur est inférieure à l'amplitude médiane, autant en lecture qu'en parole semi-spontanée.

Les contributions expiratoires les plus représentatives tendent à être plus variables chez les enfants porteurs de fente palatine, résultats de diverses stratégies individuelles observées. Par ailleurs, une forte variabilité interindividuelle est mise au jour parmi les deux groupes de locuteurs, relevant certainement de choix de maîtrise de la respiration dû à une rééducation ou à une activité physique, et de caractéristiques physiologiques (F= 15,23 ; p < 0,000001). Cependant, chez les locuteurs souffrant de malformations palatines, ces différences stratégiques pourraient être conséquentes à l'atteinte fonctionnelle du vélum, ainsi qu'à son degré de sévérité, altérant la capacité de production et de maintien de la pression intraorale à un niveau constant, nécessaire à la phonation. Le type de fente pourrait également entrer en jeu, celui-ci ayant un impact sur le choix

des réajustements articulatoires déployés. Nous reviendrons sur cette question plus tard (voir section II.5. de ce chapitre).

Notons que l'amplitude expiratoire tend à être plus profonde en parole semi-spontanée qu'en lecture bien que la différence ne soit pas significative ($F(1,21) = 3,215$; $p = 0,087$).

Tableau 11. Valeurs moyennes et médianes de l'amplitude expiratoire selon le groupe de locuteurs, en parole lue et semi-spontanée. Les écarts-types (σ) sont rapportés entre parenthèses.

	Lecture		**Semi-spontanée**	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
FLP	28,59 (16,61)	26,09	30,46 (16,21)	29,06
Témoin	26,42 (16,05)	22,49	28,66 (16,78)	24,69

Afin d'obtenir une représentation plus complète de ces données, nous allons nous intéresser aux niveaux des volumes pulmonaires estimés à l'initiation et à la fin de l'expiration phonatoire, en comparaison avec le REL. Pour rappel, le REL, *respiratory end-expiratory level*, constitue un seuil de référence, calculé sur la moyenne du volume terminal de trois cycles respiratoires stables.

La figure 52 illustre le niveau du volume pulmonaire estimé auquel la parole est initiée (LVI) par rapport au REL (*respiratory end-expiratory level*), ainsi que le niveau du volume pulmonaire estimé à la fin de la phonation (LVT). Ces mesures sont faites en parole lue et semi-spontanée, et en fonction du groupe de locuteurs. Elles sont exprimées en %MD. L'ensemble de ces valeurs est également rapporté dans le tableau 12.

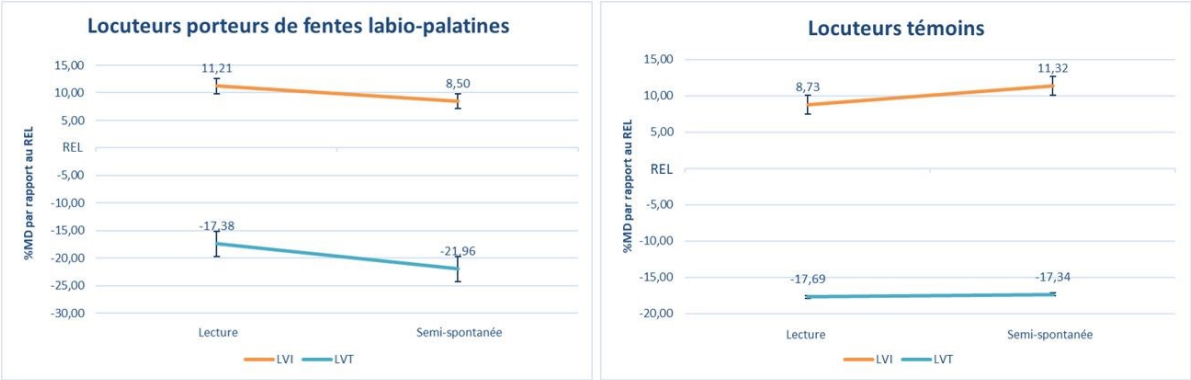

Figure 52. Représentation des volumes pulmonaires initiaux et terminaux médiaux par rapport au REL (respiratory end-expiratory level), exprimés en %MD, selon la tâche de parole, et pour les locuteurs porteurs de fente palatine (à gauche) et les locuteurs témoin (à droite)

Au regard des valeurs obtenues, il apparait que les enfants, quel que soit le groupe d'appartenance, terminent souvent la phonation à un niveau inférieur au REL, aussi bien en parole lue que semi-spontanée. Malgré cette tendance générale, les patterns de ces deux panels de locuteurs se démarquent l'un de l'autre, et suivant la tâche de parole.

Chez les locuteurs témoins, le volume pulmonaire initial par rapport au REL est plus élevé en parole semi-spontanée que lue. Néanmoins, l'expiration cesse à des valeurs similaires dans les deux conditions de parole (en moyenne -17,515 %MD en dessous du REL). La principale différence d'amplitude dépend donc du volume pulmonaire auquel le groupe de souffle est initié, et non à celui auquel il prend fin. Le phénomène relatif à l'initiation du volume d'air pulmonaire semble ainsi être davantage sous contrôle volitionnel que sa fin qui, elle, relèverait plutôt de facteurs d'amortissement biomécaniques.

En lecture, les résultats des locuteurs porteurs de division palatine sont analogues à ceux des locuteurs témoins en parole semi-spontanée : l'expiration phonatoire est initiée à 11,21 %MD au-dessus du REL et se termine à -17,38 %MD en dessous de ce seuil. En parole semi-spontanée, tandis que le volume pulmonaire initial est inférieur à celui observé lors de la lecture de texte pour ces mêmes locuteurs, nous constatons que l'expiration se prolonge jusqu'à atteindre des valeurs bien plus basses, en comparaison avec la première tâche de parole, mais aussi avec les enfants du groupe de contrôle. Parmi ce groupe de locuteurs, la dépense expiratoire diffère tant en raison du niveau

pulmonaire auquel l'expiration phonatoire démarre que du volume pulmonaire auquel elle prend fin.

Tableau 12. Valeurs médianes de l'amplitude expiratoire, LVI et LVT par rapport au REL selon le groupe de locuteur et selon la tâche de parole

	Lecture			**Semi-spontanée**		
	Amplitude expiratoire médiane (%MD)	**LVI par rapport au REL (%MD)**	**LVT par rapport au REL (%MD)**	**Amplitude expiratoire médiane (%MD)**	**LVI par rapport au REL (%MD)**	**LVT par rapport au REL (%MD)**
FLP	26,09	11,21	-17,38	29,06	8,50	-21,96
Témoin	22,50	8,73	-17,69	24,69	11,32	-17,34

2.2.2 Étude des groupes de souffle

Afin d'explorer l'interaction entre le mouvement expiratoire et l'organisation spatio-temporelle de la parole, nous allons procéder à l'examen des groupes de souffle sur un plan spatio-temporel. Il s'agira, dans un premier temps, d'analyser la durée des groupes de souffle, avant d'aborder la répartition des syllabes au sein de ces groupes, dans un second temps.

Durée des groupes de souffle

La répartition des valeurs temporelles des groupes de souffle est représentée par la figure 53. Notons également que les moyennes et les médianes font ressortir des tendances similaires (tableau 13).

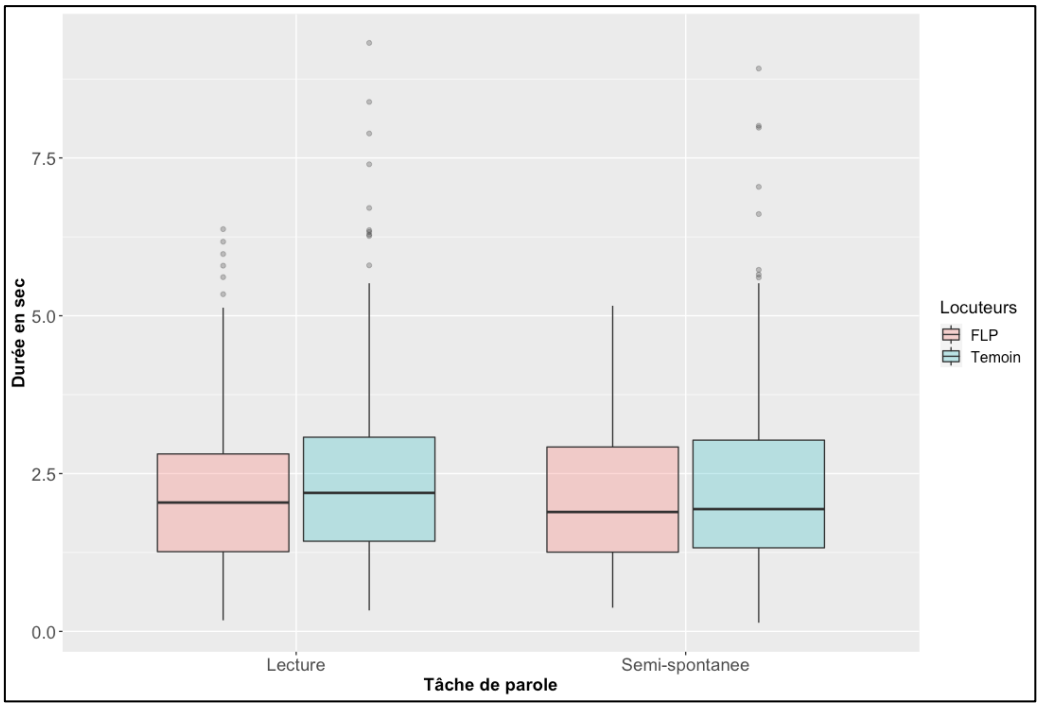

Figure 53. Durée des groupes de souffle selon le groupe de locuteurs et selon la tâche de parole

Les résultats montrent que les enfants porteurs de fente palatine ont tendance à produire des groupes de souffle plus courts que les locuteurs du groupe de contrôle. Le constat est le même pour les deux tâches de parole. Néanmoins, les écarts relevés entre les deux groupes ne sont pas significatifs (F (1,21) = 1,436 ; p = 0,244). La condition de parole n'a pas non plus d'incidence significative sur les résultats obtenus : si les groupes de souffle tendent à être raccourcis en parole semi-spontanée, la différence n'est pas significative (F (1,21) = 0,005 ; p = 0,948).

En lecture, les groupes de souffle typiques des locuteurs porteurs de fente palatine, dont la durée médiane est de 2,04 secondes, sont compris entre 1,26 et 2,81 secondes. En ce qui concerne les locuteurs témoins, la durée des groupes de souffle est généralement de 2,19 secondes. Les groupes de souffle les plus souvent réalisés s'étendent entre 1,428 et 3,076 secondes.

Ces patterns sont également observés en parole semi-spontanée : les groupes souffle ont tendance à être plus longs chez les locuteurs témoins (1,88 seconde) que chez les enfants présentant une division palatine (1,80 seconde).

Tableau 13. Valeurs moyennes et médianes de la durée du groupe de souffle selon le groupe de locuteurs, en parole lue et semi-spontanée. Les écarts-types apparaissent entre parenthèses.

	Fentes palatines		**Témoins**	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Lecture	2,15 (1,15)	2,04	2,39 (1,32)	2,19
Semi-spontanée	2,01 (1,1)	1,89	2,25 (1,4)	1,93

Les productions des locuteurs témoins se distinguent par une variabilité plus importante que les locuteurs FLP. Si la répartition des valeurs entre les deux populations de locuteurs est assez stable en lecture, l'écart de variabilité entre eux ressort davantage en parole semi-spontanée : celle-ci est plus conséquente chez les locuteurs témoins durant ce type de discours. Par ailleurs, nous relevons un certain nombre de valeurs atypiques auprès des deux groupes d'enfants, et dans les deux conditions de parole. Néanmoins, les groupes de souffles atypiques produits par les locuteurs témoins atteignent des seuils supérieurs à ceux observés pour les sujets porteurs de fente palatine : les groupes de souffle les plus longs recensés chez ces derniers durent 6,372 secs et 5,728 secs, en lecture et en parole semi-spontanée respectivement, tandis que parmi les locuteurs témoins, certains groupes s'étendent jusqu'à 9,32 secs en parole lue et 8,91 secs en parole semi-spontanée.

Afin de mieux comprendre la raison de ces prolongements, nous proposons une description plus fine des groupes de souffle concernés. Plusieurs cas de figure dont l'apparition semble dépendre de la tâche de parole se manifestent. En lecture, divers allongements touchent soit le premier ou le second groupe de souffle de la production, soit le dernier groupe. Par ailleurs, il ressort le cas où la lecture est initiée par un long groupe de souffle (environ 7,2 secs > à la durée médiane = 2,19 secs), alors que la structure du texte permettait de faire une ou plusieurs pauses respiratoires bien avant, par exemple, entre le titre du texte et le premier énoncé. Ce phénomène a été observé chez deux de nos locuteurs témoins, aussi bien pendant la première que durant la seconde lecture. Il convient d'indiquer qu'une ou plusieurs pauses non respiratoires ont pourtant été réalisées aux endroits prévus par la syntaxe au sein de ce long groupe de souffle. Après ce groupe de souffle, ils reprennent la lecture à un rythme respiratoire relativement constant.

En outre, l'allongement des groupes de souffle peut être lié à la présence d'hésitations. Dans de nombreuses situations, les longs groupes de souffle sont entrecoupés de pauses non respiratoires,

dont les caractéristiques laissent à penser qu'elles sont conséquentes à une hésitation : la localisation syntaxique, la durée, etc. Ce cas de figure est le plus fréquent se manifestant lors des deux tâches de parole. Nous proposons d'illustrer cela par deux exemples ci-dessous. Les pauses non respiratoires (PnR) y sont indiquées et l'étiquette syntaxique de chacune est précisée en indice (I-S = intra-séquence ; Maj = majeur). Dans le premier exemple, l'énoncé débute par un faux départ, suivi d'une pause non respiratoire, avant de corriger et reprendre la phonation (1). Dans d'autres exemples, les enfants produisent occasionnellement une expiration phonatoire assez longue, entrecoupée d'une ou plusieurs pauses non respiratoires dont certaines sont non syntaxiques (2), et d'autres sont syntaxiques (3), mais dont la durée est assez longue, montrant qu'elle est associée à une forte activité cognitive.

Exemples de transcriptions de groupes de souffle entrecoupés de pauses non respiratoires (PnR) :

(1) Il va <à la>$_{fd}$ **(PnR)**$_{i\text{-}s}$ à la <cuisine> **(PnR)**$_{maj}$ et il se fait une tartine et un verre de lait.

(2) [...] la tartine **(PnR)**$_{i\text{-}s}$ de **(PnR)**$_{i\text{-}s}$ confiture [...]

(3) Il commence à pleuvoir **(PnR)**$_{maj}$ et après, il pleut beaucoup **(PnR)**$_{maj}$ et il pleut énormément.

Nombre de syllabes par groupe de souffle

En complément de l'analyse de la durée des groupes de souffle, le nombre de syllabes produites entre deux pauses respiratoires a également été examiné. Il s'agit de vérifier l'impact du nombre de syllabes par groupe sur la gestion expiratoire au cours de la phonation.

La figure 54 représente le nombre de syllabes par groupe de souffle chez les locuteurs pathologiques et témoins, en parole lue et semi-spontanée. Les valeurs moyennes et médianes chiffrées sont indiquées dans le tableau 14.

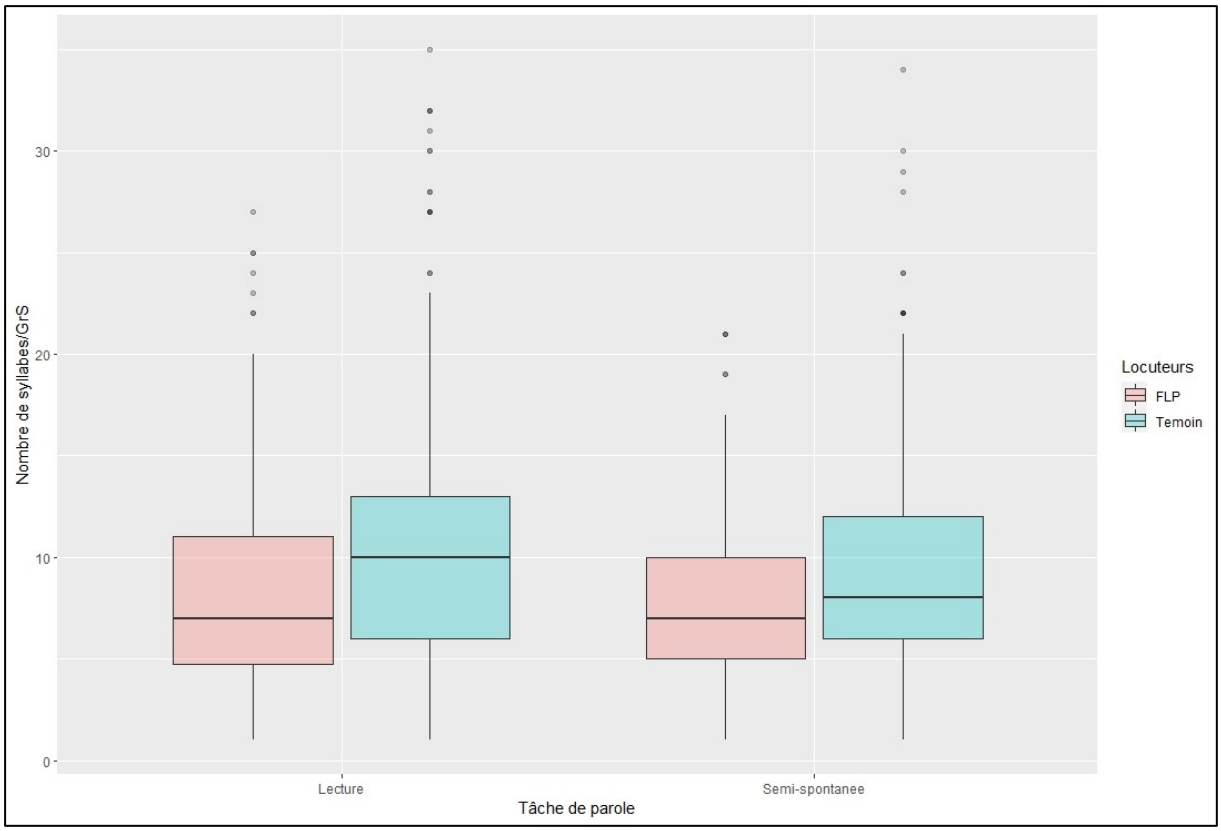

Figure 54. Nombre de syllabes par groupe de souffle chez les enfants porteurs de fente palatine et les locuteurs témoins selon la tâche de parole

Les résultats indiquent que les locuteurs témoins effectuent en moyenne 10,77 syllabes par groupe de souffle (médiane = 10 syll/GrS) durant la lecture, et 9,37 syllabes par groupe (médiane = 8 syll/GrS) en parole semi-spontanée. Nous observons une décroissance du nombre de syllabes réalisées entre deux inspirations en parole semi-spontanée, bien que la différence entre les deux situations de parole ne soit pas significative (F = 0, 026 ; p = 0,837). En revanche, les locuteurs témoins produisent un taux de syllabes par groupe de souffle relativement constant durant les deux tâches de parole, soit en moyenne 7,85 syllabes en lecture et 7,94 syllabes en parole semi-spontanée (médiane = 7 syll/GrS pour les deux tâches de parole). L'analyse de variance mixte ne révèle pas de différence significative entre les deux groupes de locuteurs en parole semi-spontanée (p = 0,209). Néanmoins, il apparait que le nombre de syllabes par groupe de souffle réalisé par les locuteurs témoins est significativement supérieur à celui des enfants porteurs de fente palatine, durant la tâche de lecture (p = 0,00 645). L'un des facteurs explicatifs d'une telle différence en lecture, par rapport à la parole semi-spontanée, est l'écart du niveau de lecture (p < 0,00001). En effet, le nombre

de mots correctement lus impacte la fluence. Il contribue de ce fait à la répartition des syllabes au sein des unités syntaxiques, et donc, au sein des groupes de souffle. Le nombre de mots correctement lus est corrélé au nombre de syllabes par groupe de souffle. Le niveau de lecture médian des locuteurs FLP étant inférieur à celui des locuteurs témoins, et plus hétérogène, il constitue l'un des facteurs explicatifs de la réduction du nombre de syllabes articulées par les locuteurs pathologiques entre deux pauses respiratoires.

La distribution des valeurs (figure 54) et les écarts-types (tableau 14) signalent un taux de variabilité moins élevé chez les locuteurs porteurs de fente palatine que chez les locuteurs témoins : la répartition des syllabes au sein des groupes de souffle est plus constante chez les sujets pathologiques. L'accroissement de la variation chez les locuteurs de contrôle, ainsi que le nombre plus important de valeurs atypiques, tendent à montrer qu'ils exploitent un plus large éventail de possibilités, quant au nombre de syllabes articulées par groupe de souffle, étant moins contraints dans la gestion du mouvement expiratoire, et donc dans l'extension et le rétrécissement du groupe de souffle, par rapport aux locuteurs porteurs de fente.

Tableau 14. Valeurs moyennes et médianes du nombre de syllabes par groupe de souffle selon les locuteurs et la tâche de parole.

	Fentes palatines		**Témoins**	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Lecture	7,85 (4,54)	7	10,77 (5,74)	10
Semi-spontanée	7,94 (4,25)	7	9,37 (5,75)	8

Nous constatons, à travers l'étude de la durée des groupes de souffle et du nombre de syllabes articulées au sein de ces groupes, que ces deux variables adoptent les mêmes tendances. Afin de nous en assurer, il convient de déterminer l'association entre elles à partir du calcul du coefficient de corrélation de Pearson, ces variables suivant à peu près une distribution normale. Le coefficient obtenu révèle une forte corrélation entre la durée et le nombre de syllabes par groupe de souffle ($r = 0{,}852$; $p < 0{,}05$). Lorsque la durée du groupe de souffle augmente, le taux de syllabes augmente également (figure 55).

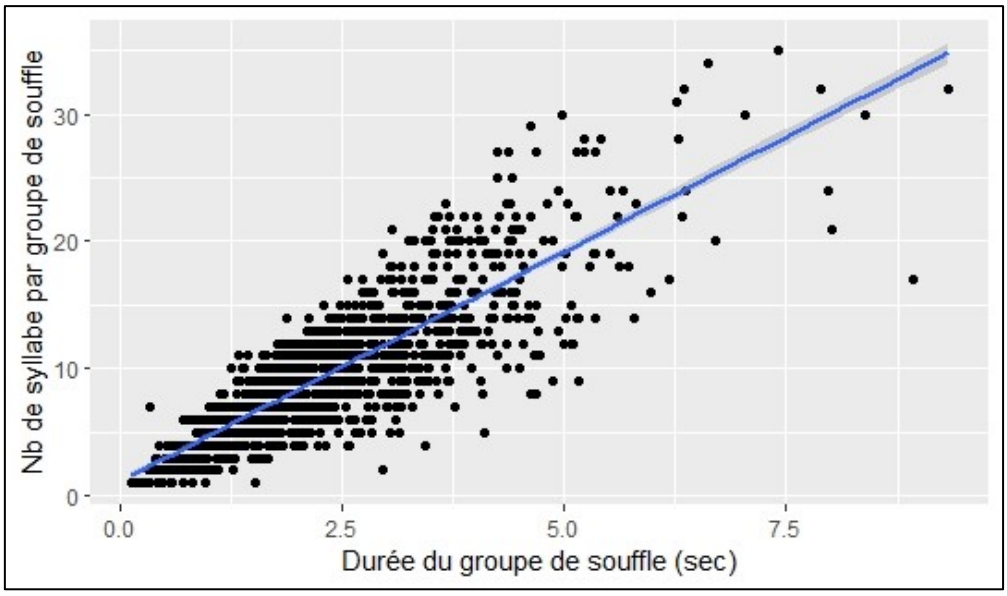

Figure 55. Corrélation entre la durée du groupe de souffle et le nombre de syllabes (r = 0,852)

2.2.3 Interaction entre le groupe de souffle et l'amplitude expiratoire

Les résultats précédents révèlent des disparités stratégiques sur le plan de la contribution expiratoire et de l'organisation spatio-temporelle des groupes de souffle, entre les enfants porteurs de fente palatine et les locuteurs témoins. Il s'agit d'investiguer l'association entre la pente expiratoire et les niveaux laryngé et supra-laryngé, à partir de caractéristiques temporelles et acoustiques du groupe de souffle, susceptibles d'impacter la contribution respiratoire. De ce fait, les variables étudiées sont la durée des groupes de souffle, le nombre de syllabes qu'ils contiennent et leur intensité sonore.

Les valeurs moyennes des différentes variables sont présentées dans la figure 56, selon le groupe de locuteurs et la tâche de parole.

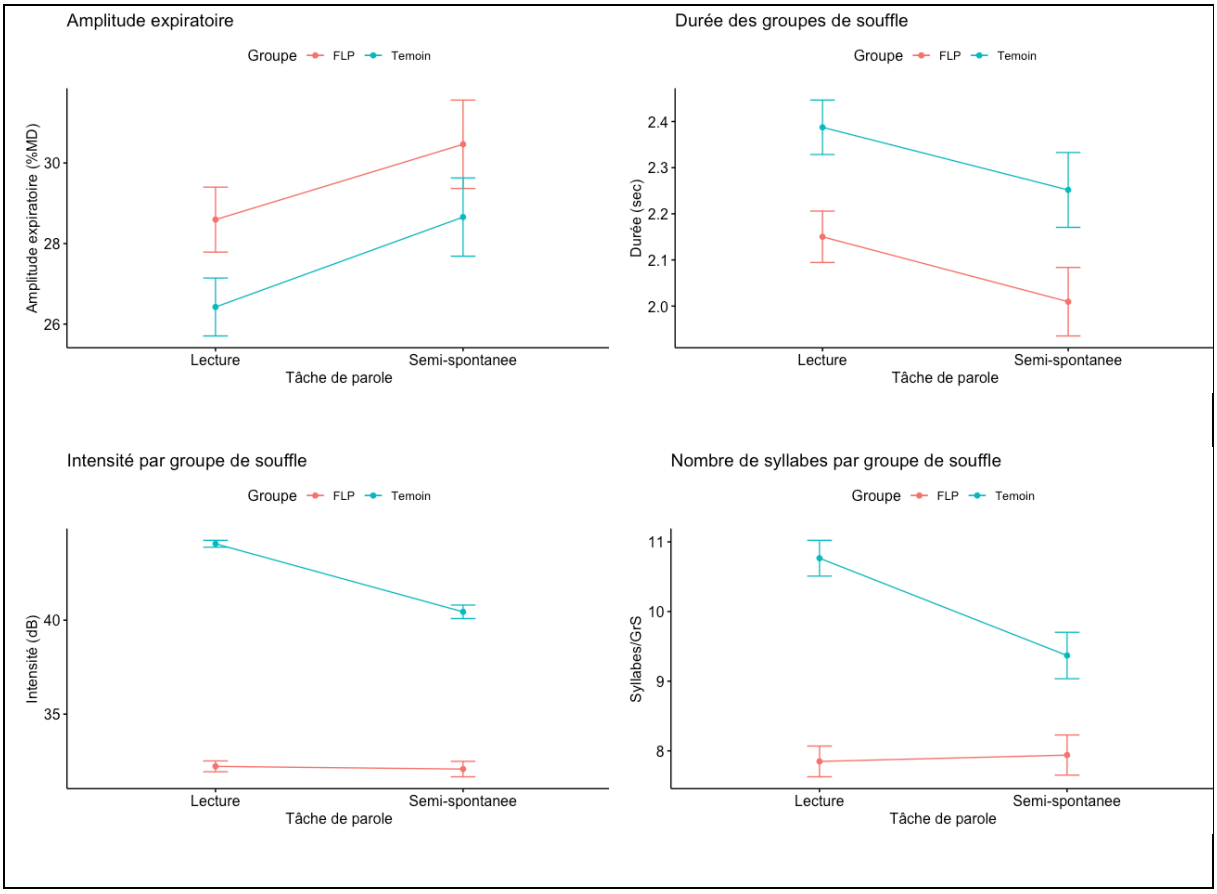

Figure 56. Comparaison des valeurs moyennes de l'amplitude expiratoire (%MD), de la durée du groupe de souffle (sec), du nombre de syllabes et de l'intensité (dB) par groupe de souffle, des locuteurs témoins et porteurs de fente palatine

En résumé, et en guise de rappel, les résultats précédemment obtenus ont montré que l'amplitude expiratoire des locuteurs porteurs de fente palatine est plus importante que celle des locuteurs témoins, suggérant une plus grande dépense expiratoire lors la phonation de la part des enfants porteurs de fente. Ce constat s'applique aux deux conditions de parole. Ensuite, la longueur des groupes de souffle varie selon le panel de locuteurs : les groupes de souffle sont plus courts et comportent moins de syllabes chez les sujets pathologiques. Tandis que la taille et le nombre de syllabes contenues dans les groupes de souffle diminuent en parole semi-spontanée chez les sujets pathologiques, nous remarquons que le nombre de syllabes articulées tend à se maintenir chez les locuteurs témoins.

Des études ont mis au jour l'incidence de la variation de l'intensité sur la respiration, l'augmentation du niveau sonore nécessitant la mobilisation de plus grands volumes d'air, bien que ses effets soient plus limités chez l'enfant (Russell et Stathopoulos, 1988). Il parait tout de même essentiel de vérifier que l'intensité sonore n'interfère pas sur l'amplitude expiratoire. Pour rappel, un marquage au sol a été appliqué lors des enregistrements afin de maintenir la même distance entre le locuteur et le microphone pour chaque participant.

La figure 56 illustre les valeurs moyennes de l'intensité par groupe de souffle pour chaque panel de locuteurs, en parole lue et semi-spontanée. Cette variable est significativement plus élevée chez les locuteurs témoins (témoin = 44,06 dB ; FLP = 32,22 dB ; F (1,21) = 19,08 ; p = 0,0003), et ce, dans les deux situations de parole. Pourtant, la dépense expiratoire des locuteurs porteurs de fente est supérieure à celle du groupe de contrôle, ce qui rejoint le constat formulé par Russell et Stathopoulos (1988) : les variations de l'intensité n'ont pas, ou peu, d'effets sur les changements respiratoires. Si l'intensité produite par les locuteurs témoins diminue en parole semi-spontanée (lecture = 44,06 dB ; semi-spontanée = 40,44 dB), elle reste constante entre les deux tâches chez les locuteurs porteurs de fente palatine (lecture = 32,22 dB ; semi-spontanée = 32,08 dB), ce qui va à nouveau à l'encontre des tendances observées pour l'amplitude expiratoire. Le calcul du coefficient de Pearson confirme qu'il n'y a aucune corrélation entre ces deux variables (r = -0,056 ; p = 0,033).

Afin de tester le niveau d'association entre la longueur des groupes de souffle et l'amplitude expiratoire, ainsi qu'entre le nombre de syllabes par groupe de souffle et l'amplitude expiratoire, le coefficient de corrélation est calculé. Ces variables suivant presque une loi normale, la méthode de Pearson est appliquée. Les résultats sont indiqués dans le tableau ci-dessous (tableau 15).

Les coefficients obtenus entre l'amplitude expiratoire et la durée, et le nombre de syllabes par groupe de souffle mettent au jour une corrélation partielle. Au vu des résultats, nous ne pouvons pas confirmer l'association entre ces deux variables.

Tableau 15. Coefficients de corrélation entre la variable d'amplitude expiratoire et les variables de groupes de souffle

	Coefficient r	***p*-value**
Durée du groupe de souffle	0,567	< 0,05
Nb de syllabes par GrS	0,522	< 0,05
Intensité du groupe de souffle	-0,056	0,033

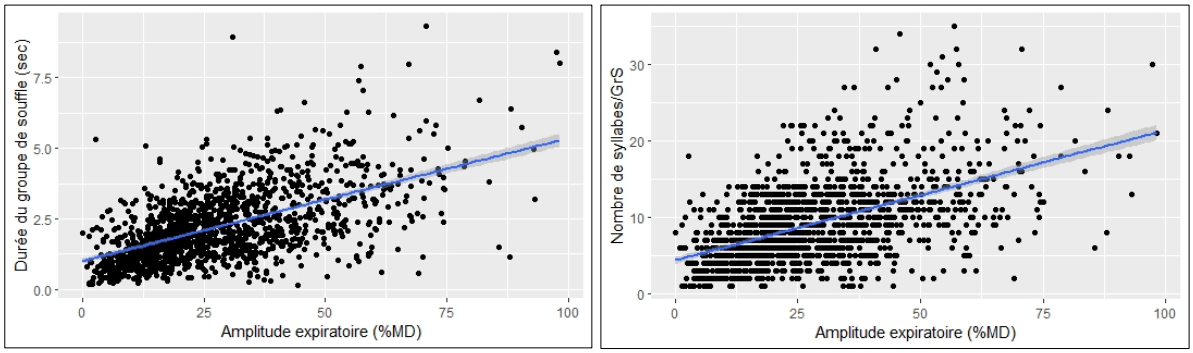

Figure 57. Graphe de corrélation entre l'amplitude expiratoire et la durée du groupe de souffle (à gauche), et le nombre de syllabes par groupe (à droite)

En résumé

L'amplitude expiratoire des locuteurs porteurs de fente palatine a tendance à être supérieure à celle des locuteurs témoins. Ainsi, les volumes d'air mobilisés pour la production de la parole tendent à être plus élevés chez les locuteurs pathologiques.

Les enfants des deux groupes terminent la phonation à un niveau en dessous du REL (*respiratory end-expiratory level*), signifiant qu'ils mobilisent leur volume de réserve expiratoire pour fournir les pressions nécessaires à la phonation. Par ailleurs, les locuteurs porteurs de fente palatine puisent davantage dans ce volume de réserve, plus spécifiquement en parole semi-spontanée.

Enfin, les enfants présentant une division palatine réalisent des groupes de souffle plus courts que les locuteurs témoins, quelle que soit la tâche de parole, bien que la différence entre les deux groupes de locuteurs ne soit pas significative. Le nombre de syllabes par groupe de souffle est également réduit chez les enfants porteurs de fente.

2.3 Étude des pauses

Les résultats obtenus jusqu'à présent mettent au jour quelques patterns respiratoires spécifiques aux locuteurs porteurs de fente palatine. Dans cette partie, nous tâcherons de déterminer l'incidence de ces changements sur la structuration des énoncés et du discours à travers l'étude des pauses respiratoires et non respiratoires. Rappelons que ces analyses reposent sur 2 098 pauses dont 1 437 respiratoires et 661 non respiratoires.

2.3.1 Fréquence des pauses

La première partie de notre analyse porte sur la proportion des pauses respiratoires et non respiratoires. Afin d'uniformiser les données, le ratio des pauses a été mesuré pour chaque locuteur et chaque tâche de parole. La moyenne de ces résultats a ensuite été calculée pour chaque groupe d'enfants, en parole lue et semi-spontanée. Ce travail d'homogénéisation a été réalisé à partir du logiciel Microsoft Excel (2016).

La figure 58 présente le ratio des pauses respiratoires et non respiratoires, pour les deux populations de locuteurs et selon la condition de parole (lue et semi-spontanée).

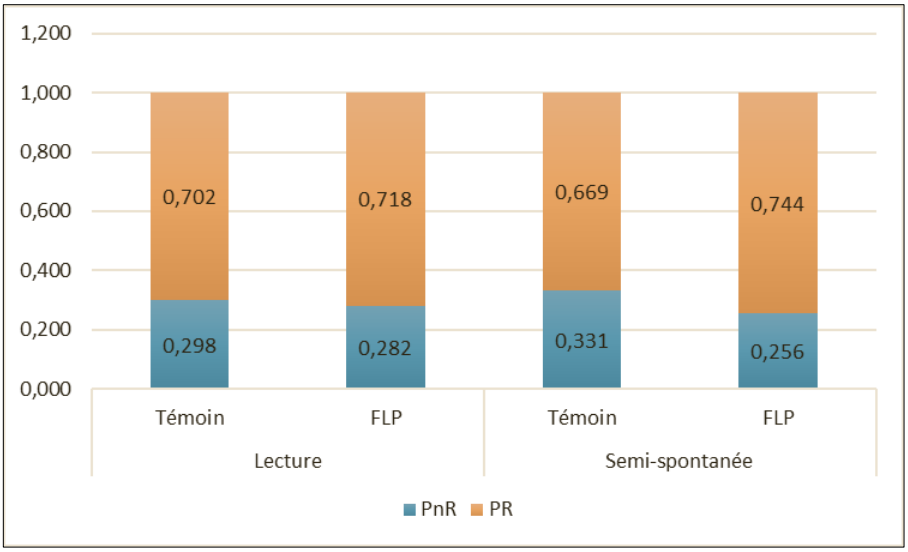

Figure 58. Ratio des pauses respiratoires (PR) et non respiratoires (PnR) selon le groupe de locuteurs en parole lue et en parole semi-spontanée

De manière générale, nous observons un plus grand nombre de pauses respiratoires que non respiratoires, quelle que soit la tâche de parole et le groupe de locuteurs. Les pauses respiratoires sont majoritaires, démontrant que les enfants exploitent les temps d'interruption pour reprendre leur souffle. Il convient tout de même de mentionner la réalisation de pauses non dédiées à l'inspiration. Leur apparition indique que certains intervalles peuvent être mobilisés à des visées démarcatives, pour distinguer les unités syntaxiques entre elles, et/ou à des fins cognitives. La localisation syntaxique de ces pauses devrait apporter davantage d'informations. Nous y reviendrons d'ici peu.

En lecture, peu de différences entre la distribution des pauses respiratoires et non respiratoires entre le groupe FLP et celui de contrôle ont été relevées. La répartition des pauses est à peu près similaire chez les locuteurs témoins et pathologiques. Ces valeurs se démarquent sensiblement en parole semi-spontanée, pour lesquelles nous notons un écart légèrement plus grand entre les deux groupes. En effet, les locuteurs témoins produisent un nombre sensiblement plus important de pauses silencieuses en parole spontanée que ceux porteurs de fente palatine.

La figure 59 représente le ratio des pauses respiratoires et non respiratoires selon leur localisation syntaxique, à savoir, si elles sont situées aux frontières des unités de rection (majeures), aux frontières des séquences (mineures) ou à l'intérieur des séquences (Intra-sqce), pour les deux groupes de locuteur, en parole lue et semi-spontanée.

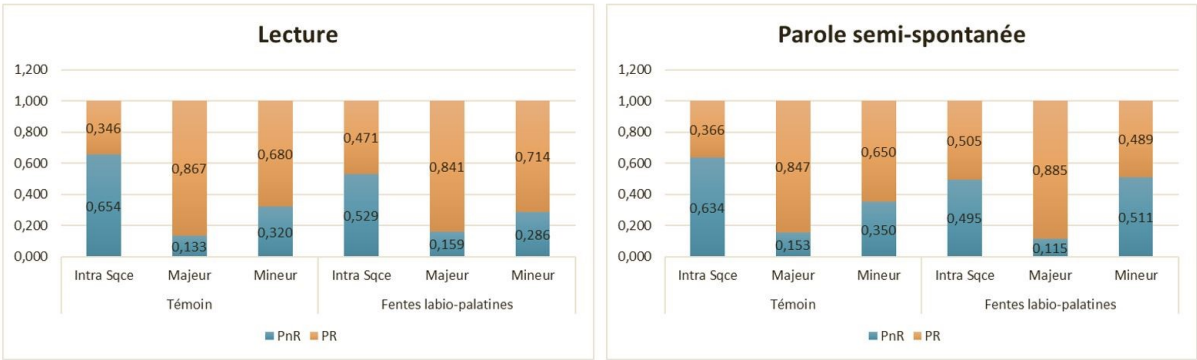

Figure 59. Ratio des pauses respiratoires (PR) et non respiratoires (PnR) selon la localisation syntaxique et le groupe de locuteurs en parole lue (à gauche) et semi-spontanée (à droite)

Nous constatons des similarités entre les patterns pausaux selon la localisation syntaxique des locuteurs porteurs de fente et des locuteurs de contrôle.

Les pauses situées aux frontières des unités syntaxiques majeures sont essentiellement respiratoires, tant chez les locuteurs FLP que chez les locuteurs témoins, et ce, aussi bien en parole lue que semi-spontanée. Dans cette position, peu de pauses non respiratoires sont observées.

Les pauses respiratoires sont également présentes en nombre conséquent aux frontières des unités mineures. Toutefois, les pauses non respiratoires apparaissent davantage entre les séquences qu'entre les unités de rection. Nous remarquons qu'en parole semi-spontanée, les locuteurs porteurs de fente produisent autant de pauses respiratoires que non respiratoires aux frontières des unités mineures.

Même si elles sont en infériorité par rapport aux pauses respiratoires, la présence de pauses non respiratoires entre les constituants syntaxiques démontre la nécessité de marquer des temps d'arrêt. Ces interruptions peuvent être exploitées à des fins démarcatives, participant ainsi à la structuration des énoncés, et cognitives, permettant au locuteur de planifier la suite du discours. Par ailleurs, il est intéressant de constater que le taux de pauses non respiratoires tend à être légèrement plus élevé en parole lue que semi-spontanée chez les enfants porteurs de fente palatine. L'augmentation de ces pauses peut être due à des problèmes de lecture, plus spécifiquement parmi ces locuteurs dont le niveau de lecture est plus hétérogène que celui du groupe de contrôle. Ainsi, les pauses non respiratoires refléteraient des difficultés de décodages lors de la lecture.

Les pauses syntaxiques sont donc essentiellement consacrées à l'inspiration, contrairement à ce qui est observé pour les pauses intra-séquences. Notons que parmi les pauses intra-séquences, 6 ont été relevées à l'intérieur d'un mot, dont 3 respiratoires et 3 non respiratoires, 3 en lecture (PnR = 1 ; PR = 2) et 3 en semi-spontanée (PnR = 1 ; PR = 1).

La répartition des pauses non syntaxiques montre quelques dissemblances entre les locuteurs témoins et ceux porteurs de fente palatine. Chez les locuteurs du groupe contrôle, les pauses réalisées à l'intérieur des séquences sont majoritairement non respiratoires, aussi bien en

parole lue qu'en parole semi-spontanée. En revanche, les enfants présentant une division palatine produisent un nombre de pauses respiratoires et non respiratoires équilibré, quelle que soit la tâche de parole, profitant ainsi de ces temps d'interruption pour reprendre leur souffle.

La réalisation de pauses respiratoires en dehors des frontières syntaxiques indique que les temps d'hésitation peuvent également être employés à des fins physiologiques. Il convient de spécifier que la majorité des pauses intra-séquences sont non respiratoires (PR=184, soit 41,16 % des pauses ; PnR = 263, soit 58,84 % des pauses), toutes tâches confondues. En outre, les pauses respiratoires intra-séquences sont plus nombreuses chez les locuteurs porteurs de fente que chez les témoins (nombre de pauses respiratoires intra-séquences : FLP = 46,25 % ; Témoin = 35,27 %).

Nous nous sommes intéressée au contexte d'apparition de ces pauses intra-séquences. Dès lors, nous distinguons les pauses isolées, à savoir qui ne sont ni précédées ni suivies d'une disfluence, des pauses placées avant une disfluence (par ex : il saute dans **(PnR)** <euh>$_{dis}$ une flaque), et de celles constituant un *interregnum,* à savoir une pause réalisée entre le *reparandum* et le *reparans*.

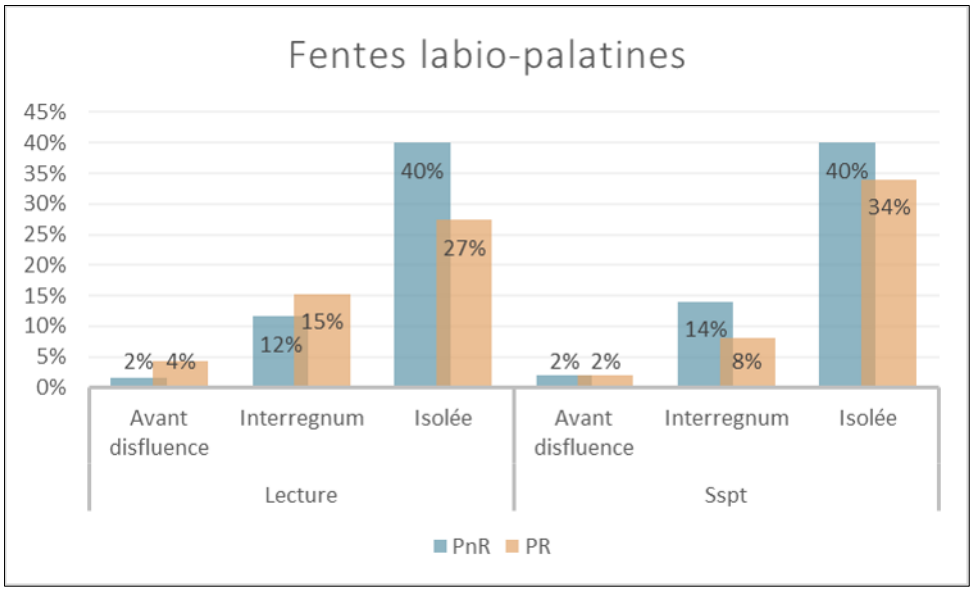

Figure 60. Distribution des pauses intra-séquences respiratoires (PR) et non respiratoires (PnR) en parole lue et semi-spontanée chez les locuteurs porteurs de fente palatine

Les pauses intra-séquences réalisées par les locuteurs porteurs de fente palatine, toutes pauses confondues, sont essentiellement isolées, aussi bien en lecture qu'en parole semi-spontanée (figure 60). Nous constatons qu'un certain nombre de pauses non respiratoires et respiratoires constitue un *interregnum*. Ainsi, la pause subséquente à une erreur peut être exploitée pour reprendre son souffle, avant que le locuteur ne corrige l'erreur ou reprenne le fil du discours. En revanche, peu de pauses sont recensées avant une disfluence.

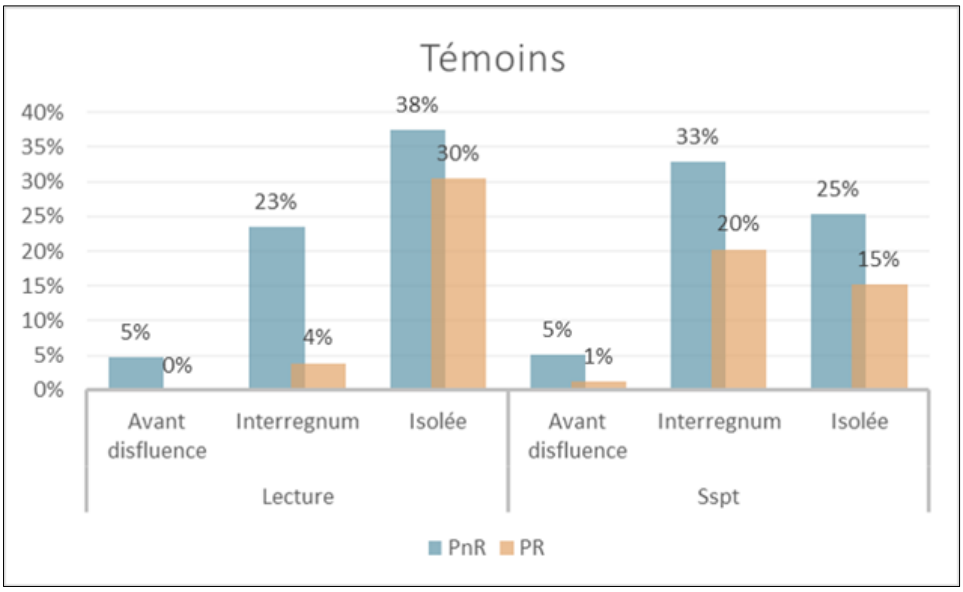

Figure 61. Distribution des pauses intra-séquences respiratoires (PR) et non respiratoires (PnR) chez les locuteurs témoins

Chez les locuteurs témoins, la localisation des pauses intra-séquences diffère en fonction de la tâche de parole (figure 61). En parole lue, toutes pauses confondues sont majoritairement isolées, à l'instar de ce qui est observé chez les locuteurs porteurs de fente. Toutefois, nous relevons une part non négligeable de pauses non respiratoires *interregnum*, tandis que parmi les locuteurs pathologiques, les pauses occupant cette fonction étaient davantage dédiées à l'inspiration. En parole semi-spontanée, un plus grand nombre de pauses, aussi bien respiratoires que non respiratoires, apparaissent entre l'interruption de séquence ou d'énoncé et sa réparation (*interregnum*). En outre, un pourcentage important de ces pauses est présent de manière isolée.

2.3.2 Durée des pauses

Cette partie de l'étude porte sur la durée des pauses respiratoires et non respiratoires selon le groupe de locuteurs et la tâche de parole (figure 62).

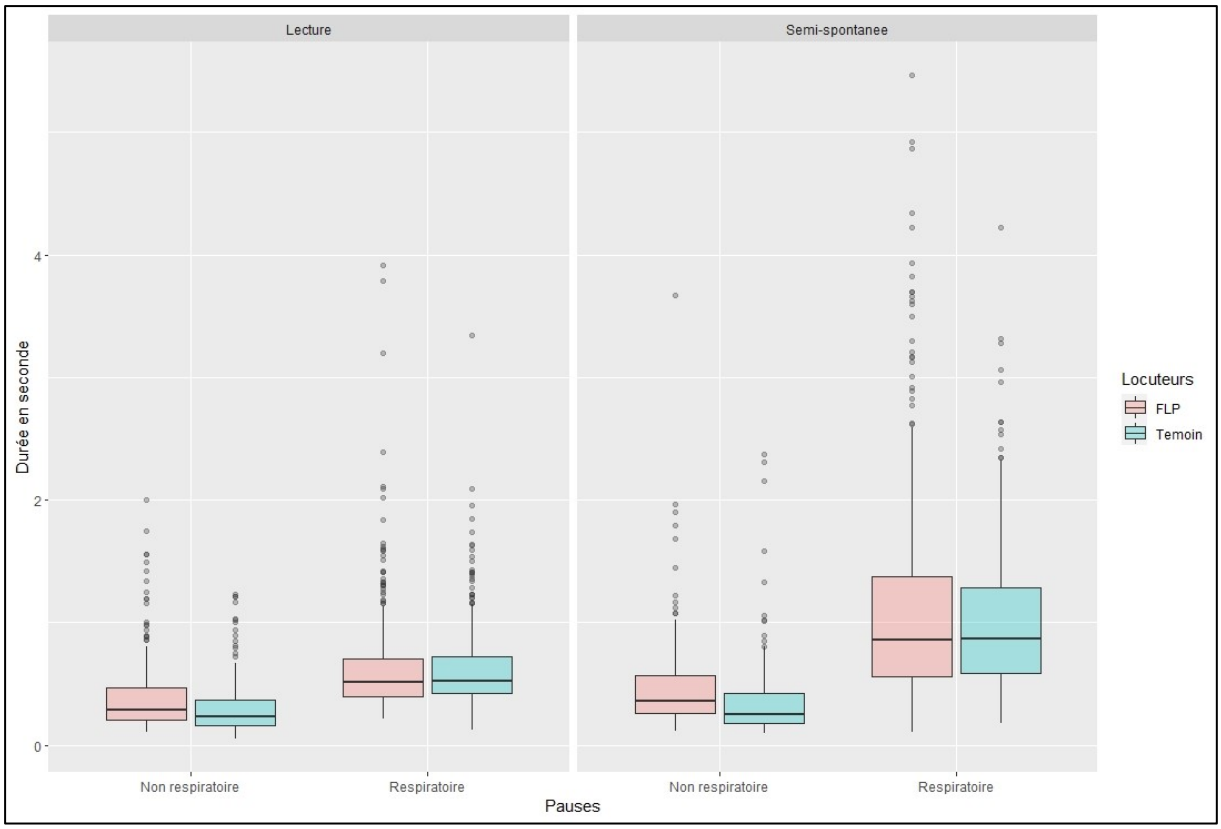

Figure 62. Valeurs de la durée des pauses respiratoires et non respiratoires selon le groupe de locuteurs et la tâche de parole

Au regard des résultats présentés dans la figure 62, les pauses respiratoires sont significativement plus longues que les pauses non respiratoires, quels que soient le groupe de locuteurs et la tâche de parole. Ces données corroborent les faits attestés dans la littérature.

En lecture, la durée médiane des pauses respiratoires des locuteurs témoins est comparable à celle des enfants porteurs de fente palatine (FLP = 0,515 sec ; Témoin = 0,524 sec). Les pauses respiratoires typiques sont comprises entre 0,400 et 0,700 seconde chez les locuteurs porteurs de fente, et 0,426 et 0,719 seconde chez les locuteurs témoins.

Les pauses non respiratoires sont sensiblement plus longues chez les locuteurs porteurs de fente, mais la différence n'est pas significative (p = 0,968). Les compétences de lecture ayant un effet sur la durée des pauses (p = 0,00000121), la différence observée entre les deux groupes de locuteurs pourrait être due au niveau de lecture plus bas et plus variable relevé chez les locuteurs présentant une division palatine.

En parole semi-spontanée, à l'image des faits observés en lecture, la durée des pauses respiratoires ne présente pas de différence significative entre les deux groupes de locuteurs (FLP = 0,859 sec ; Témoins = 0,87 sec ; p = 0,875). Toutefois, la variabilité temporelle des pauses dédiées à l'inspiration est plus importante chez les locuteurs pathologiques, la durée caractéristique de ces pauses étant située entre 0,590 et 1,287 seconde pour les locuteurs témoins, et 0,579 et 1,352 seconde chez les enfants présentant une malformation palatine. L'augmentation de la variabilité de la durée de la pause respiratoire est en adéquation avec les patterns temporels inspiratoires, ces derniers présentant davantage d'instabilité en parole semi-spontanée.

Les pauses non respiratoires, quant à elles, tendent à être plus longues en parole semi-spontanée. Bien que la différence de durée de ces pauses soit relativement faible entre les tâches de parole chez les locuteurs du groupe de contrôle, les locuteurs porteurs de fente palatine produisent des pauses non respiratoires significativement plus longues en parole semi-spontanée. Que ce soit pour les locuteurs témoins ou pour les locuteurs pathologiques, la répartition des valeurs temporelles des pauses non respiratoires est plus restreinte que pour les pauses associées à une prise de souffle. De ce fait, les pauses non physiologiques sont soumises à une variabilité moins importante que les pauses respiratoires.

Tableau 16. Valeurs moyennes et médianes des pauses respiratoires et non respiratoires des locuteurs témoins et avec fentes palatines en parole lue et semi-spontanée

		Fentes palatines		Témoins	
		Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Lecture	**Respiratoires**	0,629 (0,406)	0,515	0,613 (0,306)	0,524
	Non respiratoires	0,405 (0,319)	0,29	0,301 (0,225)	0,234
Semi-spontanée	**Respiratoires**	1,103 (0,829)	0,859	1,049 (0,632)	0,87
	Non respiratoires	0,501 (0,449)	0,36	0,369 (0,358)	0,252

Il s'agit maintenant d'étudier les effets de la localisation syntaxique sur la durée des pauses respiratoires et non respiratoires. La figure 63 présente la répartition des valeurs temporelles de ces pauses selon le groupe de locuteurs et la localisation syntaxique, en parole lue et semi-spontanée. Les valeurs chiffrées sont indiquées dans le tableau 17.

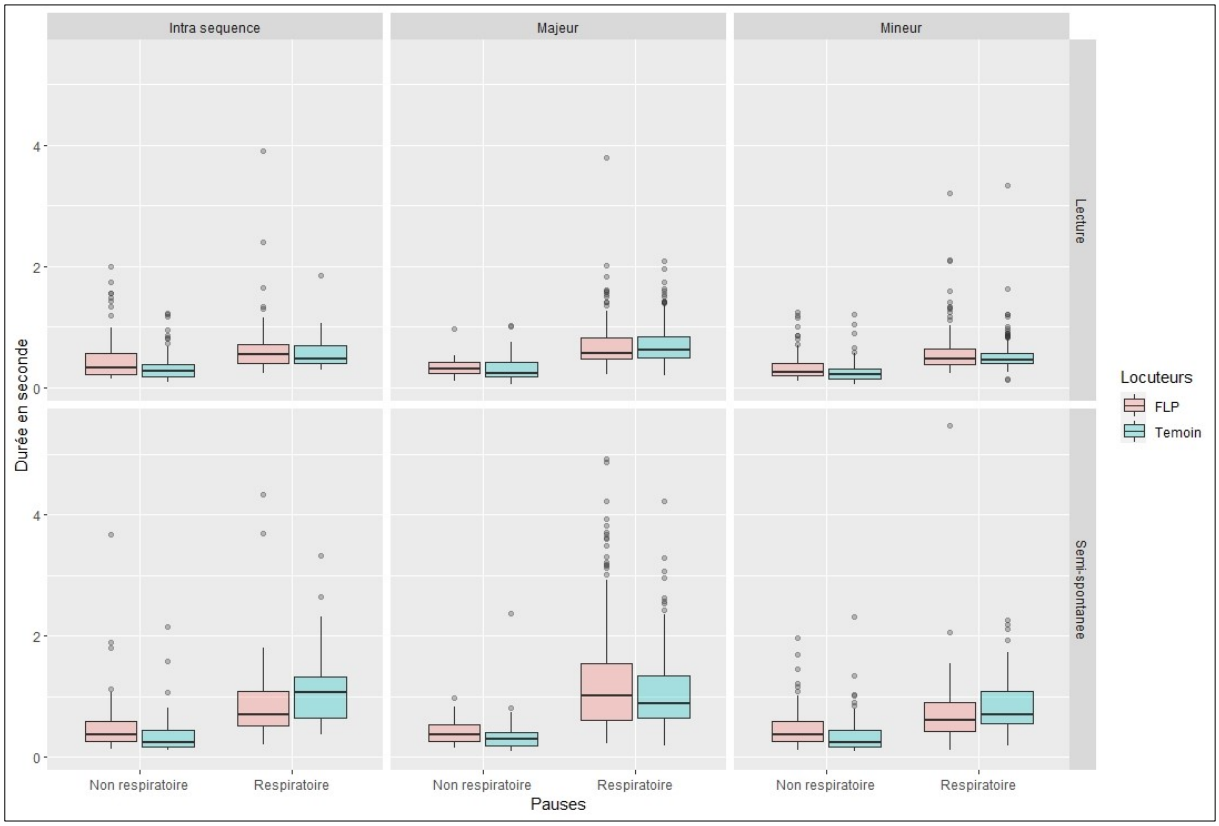

Figure 63. Répartition des valeurs de la durée des pauses respiratoires et non respiratoires selon le groupe de locuteurs, la tâche de parole et la localisation syntaxique

La durée des pauses respiratoires est significativement supérieure à celle des pauses non respiratoires, qu'importe le groupe de locuteurs, la localisation syntaxique et la tâche de parole (F = 379,436 ; $p < 0,01$). L'analyse de variance mixte révèle également l'incidence de la localisation syntaxique sur la durée des pauses, bien que l'effet soit plus modéré (F = 3,019 ; $p = 0,049$).

Aucune différence significative n'a été relevée entre les locuteurs pathologiques et les locuteurs de contrôle (F = 0,237 ; $p = 0,626$). Les légères différences observées selon leur position au sein des énoncés résultent d'un effet aléatoire. Afin de faciliter la lecture, ne seront présentés ci-dessous que les résultats significatifs.

Si elle tend à être plus longue chez les locuteurs porteurs de fente palatine, la durée des pauses non respiratoires reste relativement constante, quels que soient la localisation syntaxique de la pause et le groupe de locuteurs. En ce qui concerne les pauses respiratoires, la durée est plus sensible à sa position au sein des énoncés.

En lecture, les locuteurs porteurs de fente palatine réalisent des pauses respiratoires significativement plus longues aux frontières des constituants syntaxiques majeurs (moy = 0,702 sec ; médiane = 0,565 sec), en comparaison à celles situées entre deux séquences (moy = 0,565 sec ; médiane = 0,481 sec ; F = 0,386 ; $p < 0,05$).

Parmi les locuteurs témoins, les pauses réalisées aux frontières des unités syntaxiques mineures se distinguent significativement des pauses majeures (F = -0,285 ; $p < 0,05$) et intra-séquence (F = -0,213 ; $p = 0,029$). La durée des pauses entre les unités de rection est plus élevée que celle des pauses respiratoires situées entre deux séquences (majeure : moy = 0,712 sec ; médiane = 0,615 sec ; mineure : moy = 0,520 sec ; médiane = 0,465 sec). Les pauses non syntaxiques sont plus longues que celles situées aux frontières des unités mineures (moy = 0,572 sec ; médiane = 0,476 sec).

La parole semi-spontanée est caractérisée par l'augmentation de la variabilité de la durée des pauses, les pauses respiratoires étant les plus sensibles à la variation. L'incidence de la localisation des pauses sur leur durée s'amoindrit dans cette condition de parole. Seule la différence

entre la durée des pauses respiratoires majeures et celle des pauses respiratoires mineures chez les locuteurs porteurs de fente palatine se maintient, la première étant plus longue que la seconde (majeure : moy = 1,239 sec ; médiane = 1,008 sec ; mineure : moy. = 0,769 sec, médiane = 0,611 sec ; F = -0,424 ; *p* = 0,006).

Tableau 17. Valeurs moyennes et écart-types de la durée des pauses respiratoires et non respiratoires selon le groupe de locuteurs, la tâche de parole et la localisation syntaxique

		Fentes palatines				**Témoins**			
		PnR		**PR**		**PnR**		**PR**	
		Moy (σ)	**Méd.**	**Moy (σ)**	**Méd.**	**Moy (σ)**	**Méd.**	**Moy (σ)**	**Méd.**
Lecture	**Majeur**	0,349 (0,185)	0,308	0,702 (0,446)	0,565	0,331 (0,239)	0,241	0,712 (0,320)	0,615
	Mineur	0,350 (0,247)	0,260	0,565 (0,335)	0,481	0,257 (0,188)	0,215	0,520 (0,263)	0,465
	Intra-sqce	0,465 (0,382)	0,336	0,660 (0.478)	0,542	0,343 (0,253)	0,273	0,572 (0,282)	0,476
Semi-spontanée	**Majeur**	0,427 (0,209)	0,359	1,239 (0,858)	1,008	0,365 (0,381)	0,292	1,088 (0,650)	0,889
	Mineur	0,347 (0,439)	0,364	0,769 (0,652)	0,611	0,371 (0,347)	0,245	0,874 (0,486)	0,697
	Intra-sqce	0,497 (0,561)	0,361	1,018 (0,722)	0,696	0,369 (0,363)	0,236	1,180 (0,730)	1,059

2.3.3 Description du comportement thoraco-abdominal durant les pauses non respiratoires : observations préliminaires

Au détour de l'annotation d'évènements respiratoires, des comportements thoraco-abdominaux spécifiques ont été observés durant la réalisation des pauses non respiratoires.

Les pauses non dédiées à l'inspiration sont généralement marquées par une courbe décroissante tout au long de sa réalisation, signe de la diminution continue du volume pulmonaire de façon à fournir et maintenir le flux d'air nécessaire à la phonation (figure 64).

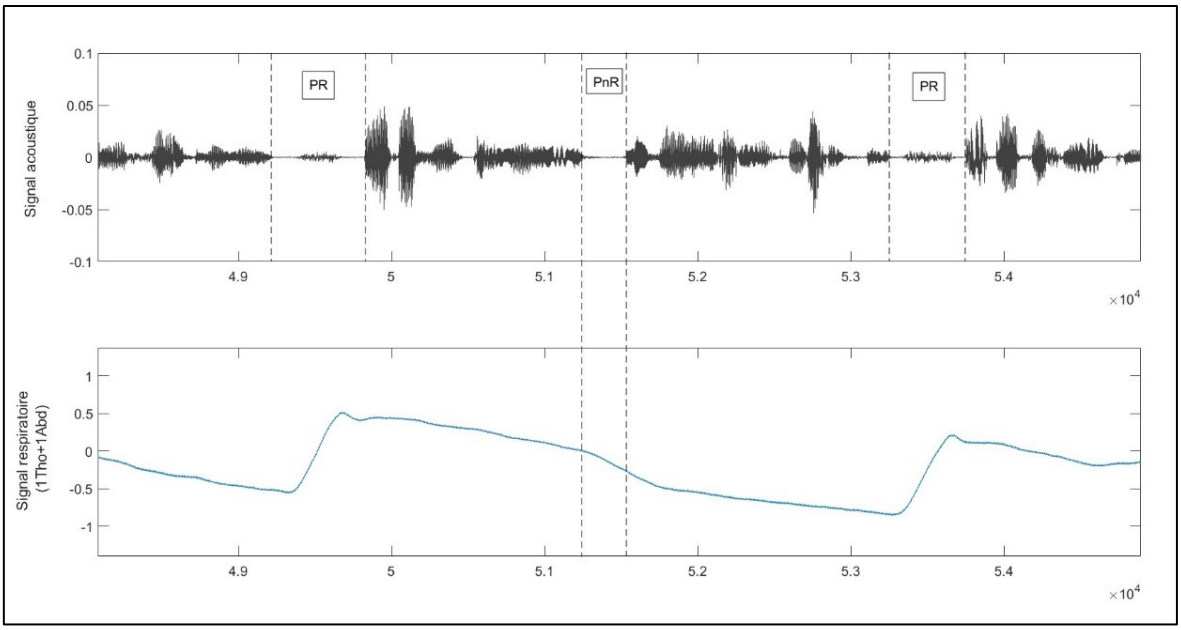

Figure 64. Illustration de pauses respiratoires et d'une pause non respiratoire caractérisée par la diminution de la courbe respiratoire

Toutefois, la réalisation de certaines pauses sans prise de souffle est marquée par l'arrêt de la décroissance de la courbe respiratoire, celle-ci restant relativement stable durant une grande partie ou la totalité de sa production (figure 65). Ce fait a été observé à plusieurs reprises, chez plusieurs enfants, témoins et porteurs de fente palatine, et aussi bien en parole lue que semi-spontanée.

Nous émettons l'hypothèse selon laquelle ce comportement serait associé à une hésitation de la part du locuteur, due à une erreur de décodage, reflétant un processus d'encodage ou un temps

de planification. Nous nous sommes donc intéressée à leur localisation au sein du discours. Nos premières observations montrent que ces pauses sont le plus souvent non syntaxiques, situées entre le *reparandum* et le *reparans*. Les quelques-unes repérées à hauteur de frontières syntaxiques sont suivies assez rapidement d'une disfluence, séparées d'un ou deux mots, renforçant ainsi l'idée d'un comportement dû à une élévation de la charge cognitive.

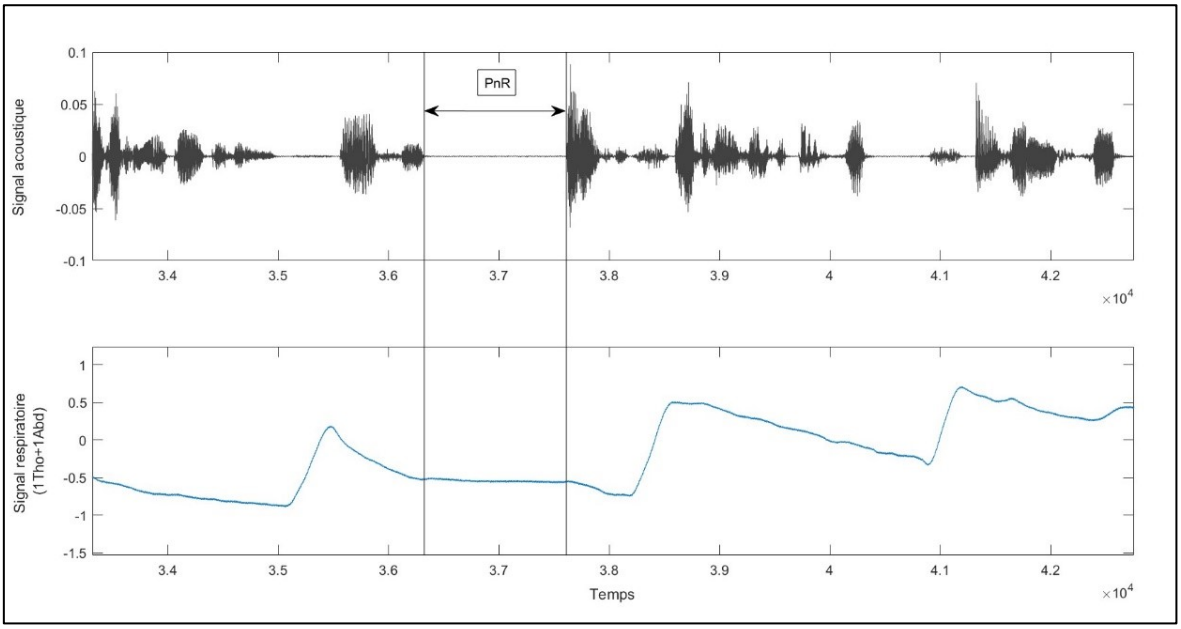

Figure 65. Illustration d'une pause non respiratoire (PnR) et de la stabilité relative de la courbe respiratoire tout au long de sa réalisation

Il ne s'agit là que d'observations préliminaires. Une étude plus approfondie des comportements thoraco-abdominaux durant la réalisation de pauses non inspiratoires, de leur fréquence, de leur durée (ces phénomènes pouvant être plus récurrents parmi les pauses longues) et de leur contexte d'apparition permettrait de confirmer ou infirmer nos intuitions. En outre, de telles données aideraient à éclairer davantage les effets de la demande cognitivo-linguistique sur la gestion respiratoire au niveau thoraco-abdominal durant la phonation.

En résumé

Chez l'enfant, les pauses sont essentiellement consacrées à la respiration, aussi bien en parole lue que semi-spontanée. Le taux de pauses respiratoires n'est pas plus conséquent chez les locuteurs porteurs de fente palatine.

Les pauses respiratoires sont principalement réalisées aux frontières des constituants syntaxiques, mais peuvent aussi apparaitre en dehors de ces frontières. Cela montre que ces temps d'hésitation peuvent aussi être consacrés à la prise de souffle.

La durée des pauses respiratoires est significativement plus élevée que celle des pauses non respiratoires. Les pauses, toutes catégories confondues, sont plus longues en parole semi-spontanée. En revanche, la durée des pauses ne présente aucune différence notable entre les locuteurs témoins et pathologiques. Chez les enfants, la localisation syntaxique semble ne pas être un prédicteur efficace de la durée des pauses. En effet, seules les pauses entre les unités syntaxiques majeures et celles entre les unités mineures diffèrent de manière significative, et cela seulement dans certains contextes.

Nous observons des patterns spécifiques pour les pauses non respiratoires, à savoir : la diminution continue de la courbe respiratoire, et donc de la fermeture de la cage thoracique, ou la stagnation de la courbe, reflétant le blocage de la cage thoracique. Si ces données ne sont que préliminaires, une analyse approfondie de comportements et de leur localisation dans le discours nous permettrait d'en apprendre plus sur la gestion de la respiration durant la production de la parole.

2.4 Contrôle des variables temporelles de la parole

Dans cette partie, nous nous intéresserons à certaines variables spatiotemporelles de la parole, à savoir, les vitesses d'élocution et d'articulation, ainsi que le pourcentage de temps pris par les pauses au sein des productions des locuteurs témoins et pathologiques, en parole lue et semi-spontanée.

2.4.1 La vitesse d'élocution

Dans un premier temps, nous proposons d'examiner la vitesse d'élocution, soit le nombre de syllabes par seconde, la durée des pauses comprise.

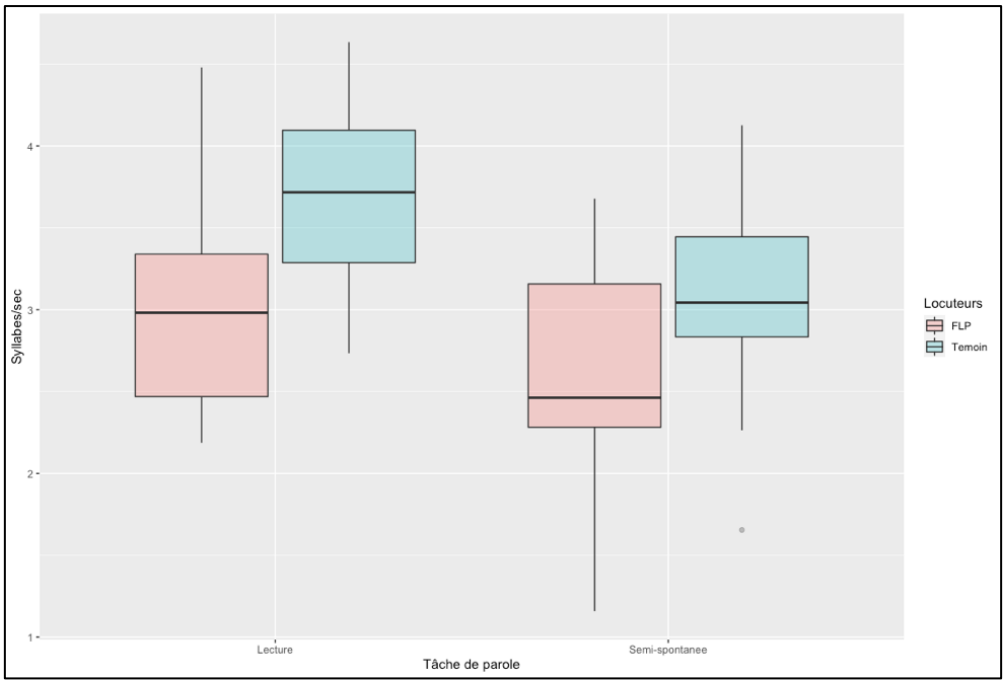

Figure 66. Valeurs moyennes de la vitesse d'élocution (en syllabes par seconde) des locuteurs témoins et porteurs de fente palatine selon la tâche de parole

La vitesse d'élocution varie selon le groupe de locuteurs (figure 66). Les enfants porteurs de fente palatine adoptent un rythme de parole plus lent que les locuteurs témoins. L'analyse de variance à modèle mixte (Anova) indique un effet significatif du groupe de locuteurs ($F(1,24) = 4,755$; $p = 0,039$). En parole lue, la vitesse d'élocution des locuteurs pathologiques est de 2,98 syllabes par seconde. Par ailleurs, les valeurs les plus représentatives varient entre 2,47 et 3,34 syllabes par seconde. Pour cette même condition de parole, les locuteurs témoins parlent à un rythme médian de 3,72 syllabes par seconde, variant entre 3,29 et 4,10 syllabes par seconde.

Des résultats comparables sont observés en parole semi-spontanée. Si les deux groupes de locuteurs réduisent significativement leur vitesse d'élocution dans la seconde condition de parole ($F(1,24) = 15,298$; $p = 0,000659$), l'écart constaté entre les locuteurs témoins et ceux porteurs de

fente palatine se maintient. En ce qui concerne les enfants avec une division palatine, la vitesse d'élocution médiane est de 2,46 syllabes par seconde, variant généralement entre 2,28 et 3,16 syllabes par seconde, tandis que chez les locuteurs de contrôle, la vitesse d'élocution est de 3,04 syllabes par seconde, et elle est essentiellement comprise entre 2,83 et 3,44 syllabes par seconde.

De manière générale, la vitesse d'élocution est plus variable chez les locuteurs porteurs de fente palatine. L'accroissement de la variabilité pourrait résulter de stratégies différentes mobilisées par ces locuteurs. En outre, cette variabilité pourrait être corrélée au niveau de lecture plus hétérogène au sein de ce groupe. En revanche, en ce qui concerne notre échantillon de locuteurs, l'âge n'a pas d'incidence sur la vitesse d'élocution (p = 0,335).

2.4.2 La vitesse d'articulation

Le calcul de la vitesse d'articulation, soit le nombre de syllabes par seconde sans tenir compte des pauses, est réalisé en complément de nos analyses de la vitesse d'élocution. Les résultats sont illustrés par la figure 67. Les données chiffrées sont indiquées dans le tableau 18.

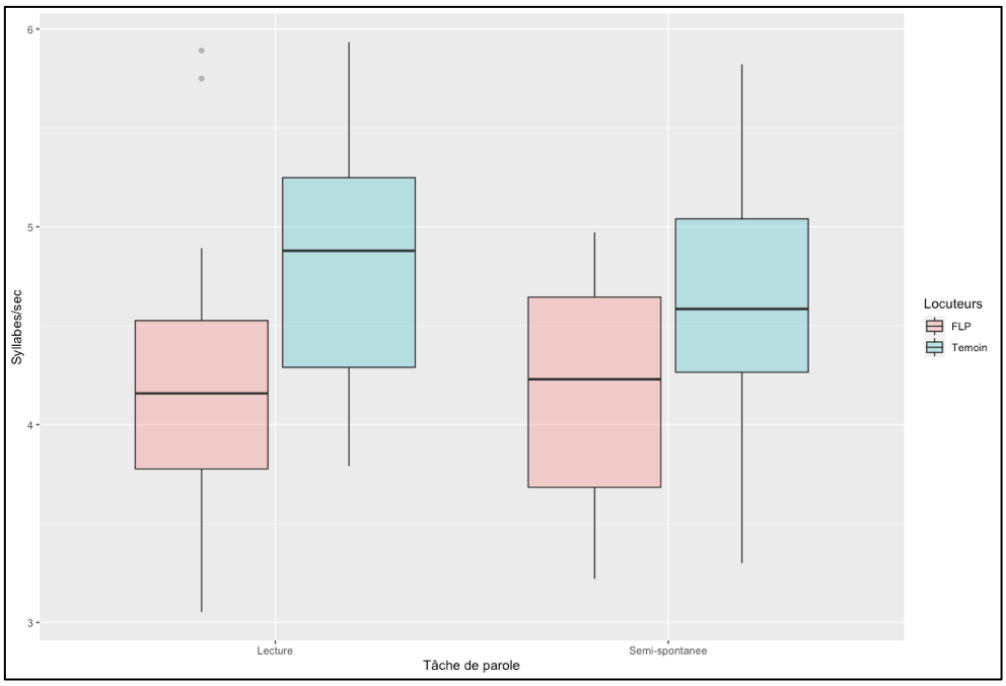

Figure 67. Valeurs moyennes de la vitesse d'articulation (syll/sec) des locuteurs témoins et porteurs de fente palatine, selon la condition de parole

La vitesse d'articulation est plus élevée chez les locuteurs témoins que chez les enfants porteurs de fente palatine (F (1,24) =4,391 ; p = 0,047), aussi bien en parole lue que semi-spontanée, à l'instar de ce qui a été observé pour la vitesse d'élocution. Néanmoins, la vitesse d'articulation n'est pas sensible à la tâche de parole (F (1,24) = 0,280 ; p = 0,602).

Parmi les locuteurs FLP, la vitesse d'articulation est relativement constante entre les deux tâches de parole. La vitesse médiane est de 4,16 syllabes par seconde en parole lue, et de 4,23 syllabes par seconde durant la seconde tâche de parole. En lecture, elle est souvent comprise entre 3,78 et 4,53 syllabes par seconde. Par ailleurs, elle est plus fluctuante en parole semi-spontanée, variant principalement entre 3,68 et 4,64 syllabes par seconde. La figure 67 témoigne d'une variabilité plus importante lorsque la vitesse d'articulation est inférieure à sa valeur médiane, à savoir 4,23 syllabes par seconde.

En ce qui concerne les locuteurs témoins, nous observons des tendances similaires à celles de la vitesse d'élocution. En effet, le nombre de syllabes par seconde réalisé en lecture est supérieur à celui des syllabes articulées en parole semi-spontanée (lecture = 4,88 syll/sec ; semi-spontanée = 4,59 syll/sec). Les valeurs typiques de la vitesse d'articulation indiquent qu'elle est moins variable en parole semi-spontanée que lue.

A l'inverse de la vitesse d'élocution, la vitesse d'articulation en lecture semble influencée par l'âge (p = 0,0289). La différence de vitesse se situe entre 9 et 10 ans. La vitesse d'articulation augmente au fur et à mesure de l'avancée de l'âge. En effet, entre 7 et 9 ans, la vitesse d'élocution en lecture est comprise entre 3,12 et 4,23 syllabes par seconde, tandis que les locuteurs de plus de 10 ans parlent à un rythme de 4,73 à 5,82 syllabes par seconde. En parole semi-spontanée, seuls les enfants âgés de 8 ans se démarquent des autres groupes (8 ans = 3,58 syll/sec ; 7 ans = 4,65 syll/sec ; 9 ans = 4,47 syll/sec ; 10 ans = 4,59 syll/sec ; 11 ans = 4,83 syll/sec ; 12 ans = 4,65 syll/sec ; p = 0,031).

Tableau 18. Tableau récapitulatif des valeurs moyennes et médianes de la vitesse d'élocution et de la vitesse d'articulation, exprimées en syllabes par seconde, selon le groupe de locuteurs, en parole lue et semi-spontanée

	Vitesse d'élocution				**Vitesse d'articulation**			
	Lecture		**Semi-spontanée**		**Lecture**		**Semi-spontanée**	
	Moyenne	**Médiane**	**Moyenne**	**Médiane**	**Moyenne**	**Médiane**	**Moyenne**	**Médiane**
FLP	3,04	2,98	2,58	2,46	4,18	4,16	4,14	4,23
Témoin	3,72	3,72	3,04	3,04	4,84	4,88	4,60	4,59

2.4.3 Le pourcentage de temps de pauses

Afin d'apporter une vision aussi complète que possible de nos résultats, nous mettons en relation l'analyse des vitesses d'élocution et d'articulation avec le pourcentage du temps de pauses par rapport au temps de parole. Ainsi, nous pourrons savoir si les changements de vitesse d'élocution relevés sont dus au pourcentage de pauses et/ou à la modification de la vitesse d'articulation.

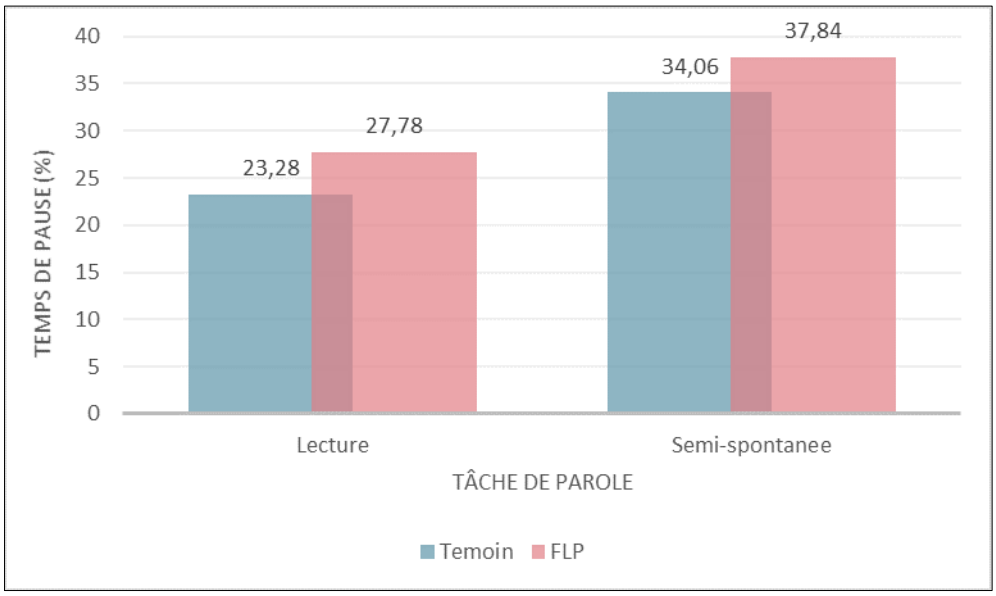

Figure 68. Pourcentage du temps de pauses par rapport au temps de parole, chez les locuteurs témoins et pathologiques (FLP) en parole lue et semi-spontanée

Nous constatons que le pourcentage de temps de pauses des locuteurs porteurs de fente palatine est supérieur à celui des locuteurs de contrôle (figure 68). L'écart entre les pourcentages est encore plus accentué lors de la tâche de lecture (FLP = 27,78 % ; Témoin = 23,28 %), notamment en raison des différences du niveau de lecture. Toutefois, la différence entre groupes de locuteurs n'est pas significative, et ce, quelle que soit la tâche de parole ($F(1,24) = 31,926$; $p = 0,0000081$).

Au regard des résultats obtenus jusqu'à présent, nous pouvons en déduire que la différence entre les locuteurs pathologiques et témoins résulte de la combinaison de deux effets : la réduction de la vitesse d'articulation et un plus grand pourcentage de temps de pauses de la part des enfants porteurs de fente palatine, et plus particulièrement lors de la lecture.

En parole semi-spontanée, nous constatons une hausse significative du pourcentage de temps de pauses ($F(1,24) = 14,095$; $p = 0,001$). Le pourcentage total de pauses est de 34,06 % et 37,84 %, pour les locuteurs témoins et les locuteurs porteurs de fente palatine, respectivement.

La baisse de la vitesse d'articulation, ainsi que l'augmentation considérable du pourcentage de temps de pauses, associées à l'élévation de la demande cognitivo-linguistique par rapport à la lecture, induisent le ralentissement de la vitesse d'élocution des locuteurs témoins. En ce qui concerne les locuteurs porteurs de fente palatine, tandis que la vitesse d'élocution décroît en parole semi-spontanée, la vitesse d'articulation reste relativement constante entre les deux tâches de parole. De ce fait, la diminution de la vitesse d'élocution en parole semi-spontanée est principalement due à l'accroissement du pourcentage de temps de pauses.

En résumé

La vitesse d'élocution des locuteurs de contrôle est plus élevée que celle des enfants porteurs de fente palatine, et ce, dans les deux conditions de parole. Par ailleurs, la vitesse d'élocution ralentit de manière significative en parole semi-spontanée, aussi bien pour un groupe de locuteurs que pour l'autre.

Tandis que la vitesse d'articulation reste relativement constante chez les locuteurs porteurs de fente palatine, celle des locuteurs témoins tend à baisser en parole semi-spontanée, bien que la différence entre les deux conditions de parole ne soit pas significative. De plus, la vitesse d'articulation des plus jeunes est plus lente que celle des locuteurs plus âgés : la différence est particulièrement marquée entre 9 et 10 ans.

Le temps total de pauses des enfants porteurs de fente palatine est supérieur à celui des locuteurs témoins, expliquant en partie la différence de vitesse d'élocution entre les deux groupes. En outre, le pourcentage de temps de pauses, significativement plus élevé en parole semi-spontanée, serait principalement responsable de la baisse de la vitesse d'élocution. De manière générale, les locuteurs porteurs de fente palatine n'optimisent pas leurs vitesses d'élocution et d'articulation, afin de produire un nombre de syllabes plus important au sein des groupes de souffle réduits.

2.5 Analyse chez les locuteurs porteurs de fente palatine : comparaison selon le type de fente et selon la compétence vélo-pharyngée

Une analyse de variance à mesures mixtes (Anova) a été appliquée aux différentes variables respiratoires et spatio-temporelles, étudiées précédemment selon le type de fentes. Quatre types de fentes ont été répertoriées : fentes vélaires (FV), fentes palatines totales (FPT), fentes labio-palatines unilatérales (FLP-U) et les fentes labio-palatines bilatérales (FLP-B). Les variables analysées sont les suivantes : l'amplitude inspiratoire, la durée de l'inspiration, l'amplitude expiratoire, la durée du groupe de souffle, le nombre de syllabes par groupe de souffle, la fréquence inspiratoire, la durée des pauses, respiratoires et non respiratoires, la vitesse d'élocution, la vitesse d'articulation et le pourcentage de temps de pause.

Les résultats sont répertoriés dans le tableau 34, consultable en annexe (*cf.* annexe 11). Au vu des données obtenues, nous constatons que le type de fente n'a aucun effet significatif : la variabilité respiratoire constatée parmi ce groupe de locuteurs ne peut donc pas lui être imputée. Nous relevons également une absence d'interaction entre la tâche de parole et le type de fente.

Sur le même principe, une analyse de variance mixte (Anova) a été réalisée pour les locuteurs porteurs de fente palatine, selon l'atteinte du voile du palais. La présence ou non de déperdition nasale et la sévérité de cette déperdition, permettent de rendre compte de l'efficacité de la fermeture du port vélo-pharyngé. Ainsi, les locuteurs porteurs de fente palatine ont été répartis en trois groupes : ceux ne présentant pas de déperdition nasale, annoté FP-A ou « aucune », les enfants dont la déperdition nasale est légère (FP-DL ou Légère), ne se manifestant que sur quelques sons, et ceux présentant une déperdition nasale constante (FP-DC ou Constante). Les valeurs de ces locuteurs sont également comparées à celles des locuteurs témoins.

Les résultats de l'analyse de variance à modèle mixte indiquent des effets significatifs de la déperdition nasale sur plusieurs variables respiratoires et temporelles, à savoir, l'amplitude et la durée du geste inspiratoire, l'amplitude expiratoire, ainsi que les vitesses d'élocution et d'articulation. Les valeurs relatives à l'analyse de variance mixte sont présentées dans le tableau 35 (*cf.* Annexe 11).

La réalisation des tests *post-hoc* a permis de déterminer les effets principaux sur les variables ci-dessus.

Les valeurs moyennes, médianes et les écarts-types de chacune des variables étudiées ci-dessous sont consultables en annexe (*cf.* Annexe 11).

2.5.1 Étude de l'amplitude inspiratoire selon la compétence vélo-pharyngée

La figure 69 illustre la répartition des valeurs de l'amplitude inspiratoire selon la présence ou non d'une déperdition nasale et son degré de sévérité, en parole lue et semi-spontanée.

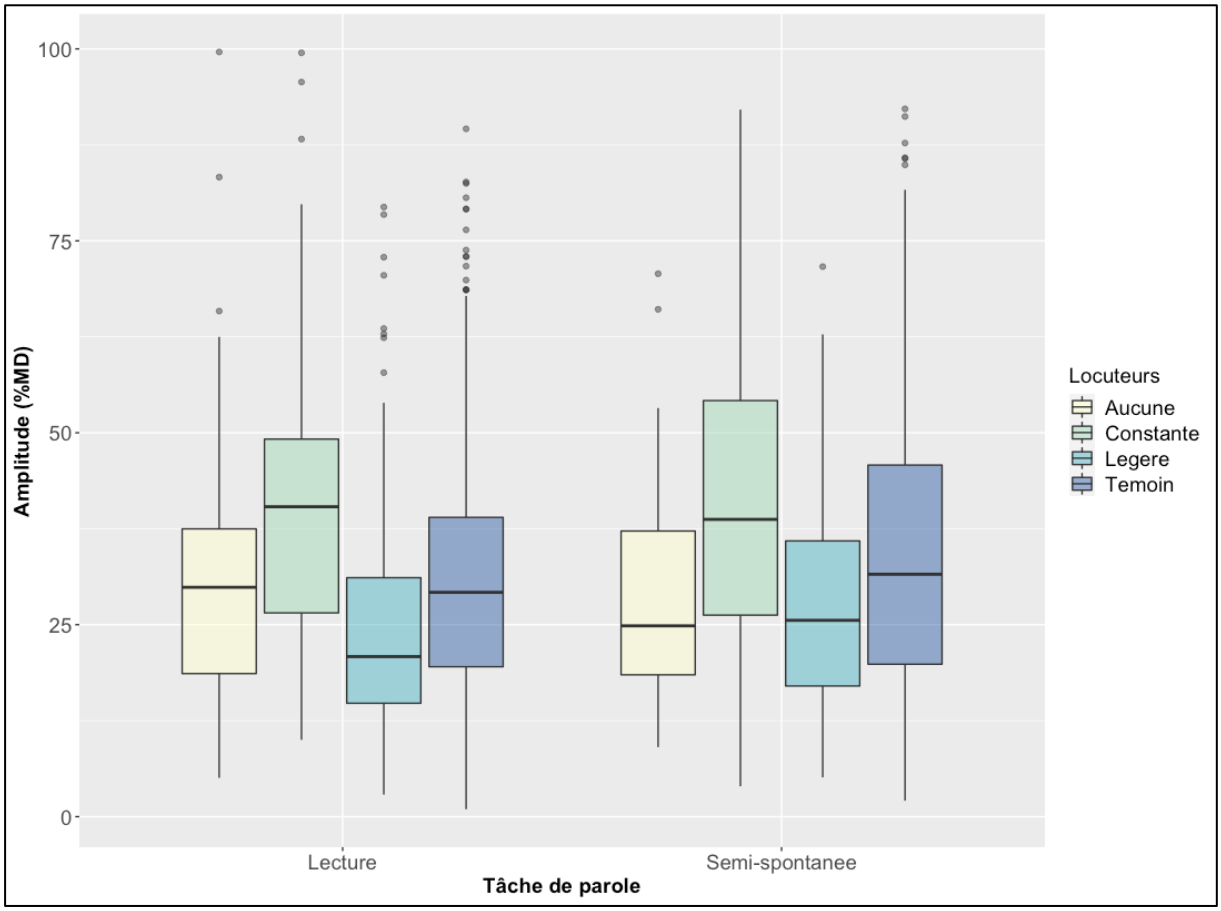

Figure 69. Amplitude inspiratoire (%MD) selon le type de déperdition nasale, en parole lue et semi-spontanée

Les tests statistiques précédemment évoqués rendent compte d'une différence significative entre les locuteurs présentant une déperdition nasale légère et ceux avec une déperdition constante (p = 0,0393). L'amplitude inspiratoire est généralement plus importante chez les locuteurs souffrant d'une déperdition nasale constante, quelle que soit la tâche de parole (lecture = 40,37 %MD ; semi-spontanée = 38,72 %MD). En lecture, les locuteurs porteurs de fente avec une fermeture vélo-pharyngée adéquate présentent des valeurs d'amplitude inspiratoire similaires à celle des locuteurs témoins (FP-A = 29,87 %MD ; Témoins = 29,22 %MD). En comparaison aux autres groupes de

locuteurs, la contribution inspiratoire des enfants présentant une déperdition légère est la plus faible (20,84 %MD).

En parole semi-spontanée, les amplitudes inspiratoires médianes des locuteurs souffrant d'une déperdition constante et des locuteurs de contrôle restent relativement similaires à celles relevées lors de la lecture. En revanche, tandis que l'amplitude de la prise de souffle des locuteurs FP-A tend à diminuer en parole semi-spontanée, celle des enfants avec une déperdition légère s'élève, jusqu'à atteindre des valeurs comparables (FP-DL = 25,57 %MD ; FP-A = 24,86 %MD). Dans la seconde condition de parole, la contribution inspiratoire des locuteurs avec une déperdition nasale légère demeure inférieure à celle des locuteurs témoins.

2.5.2 Durée de l'inspiration selon la compétence vélo-pharyngée

La figure 70 présente la répartition des valeurs de la durée de la respiration selon le groupe de locuteurs, en parole lue et semi-spontanée.

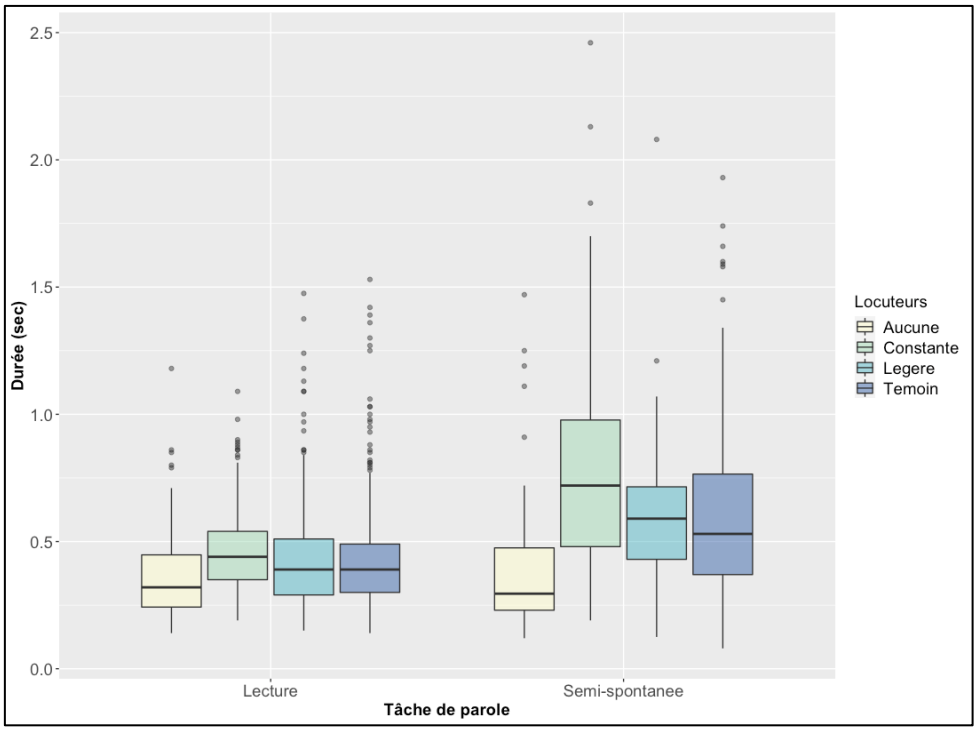

Figure 70. Durée de l'inspiration (sec) selon le type de déperdition nasale, en parole lue et en parole semi-spontanée

Les résultats indiquent qu'en lecture, la durée de l'inspiration est à peu près constante, quel que soit le groupe de locuteurs. Si l'inspiration tend à être plus longue chez les enfants souffrant d'une déperdition nasale constante, la différence n'est pas significative. Par ailleurs, les enfants porteurs de fente palatine ne présentant aucune déperdition nasale réalisent les inspirations les plus courtes. En outre, les valeurs typiques de la durée inspiratoire varient peu entre les différents groupes.

En parole semi-spontanée, les différences entre les groupes sont plus importantes. Comme en lecture, l'inspiration des enfants présentant une déperdition nasale constante est à nouveau la plus longue. Les valeurs typiques de la durée sont également les plus variables. En outre, les locuteurs n'ayant aucune déperdition nasale présentent des valeurs temporelles inférieures à celles des autres groupes de locuteurs. L'écart de durée entre les locuteurs présentant une déperdition constante et ceux porteurs de fente sans déperdition s'avère être significatif. La durée de l'inspiration des locuteurs témoins et ceux dont la déperdition est légère augmente en lecture, par rapport à la parole semi-spontanée. Ayant tendance à être inférieure à la durée de l'inspiration présentée par les locuteurs avec une déperdition constante, la différence de durée de la prise de souffle entre ces trois groupes de locuteurs n'est pas significative.

2.5.3 La gestion expiratoire selon la compétence vélo-pharyngée

Nous allons désormais revenir sur la gestion expiratoire en comparant les groupes formés selon la présence ou non de la déperdition nasale et sa sévérité (légère *vs* constante) en parole lue et semi-spontanée (figure 71).

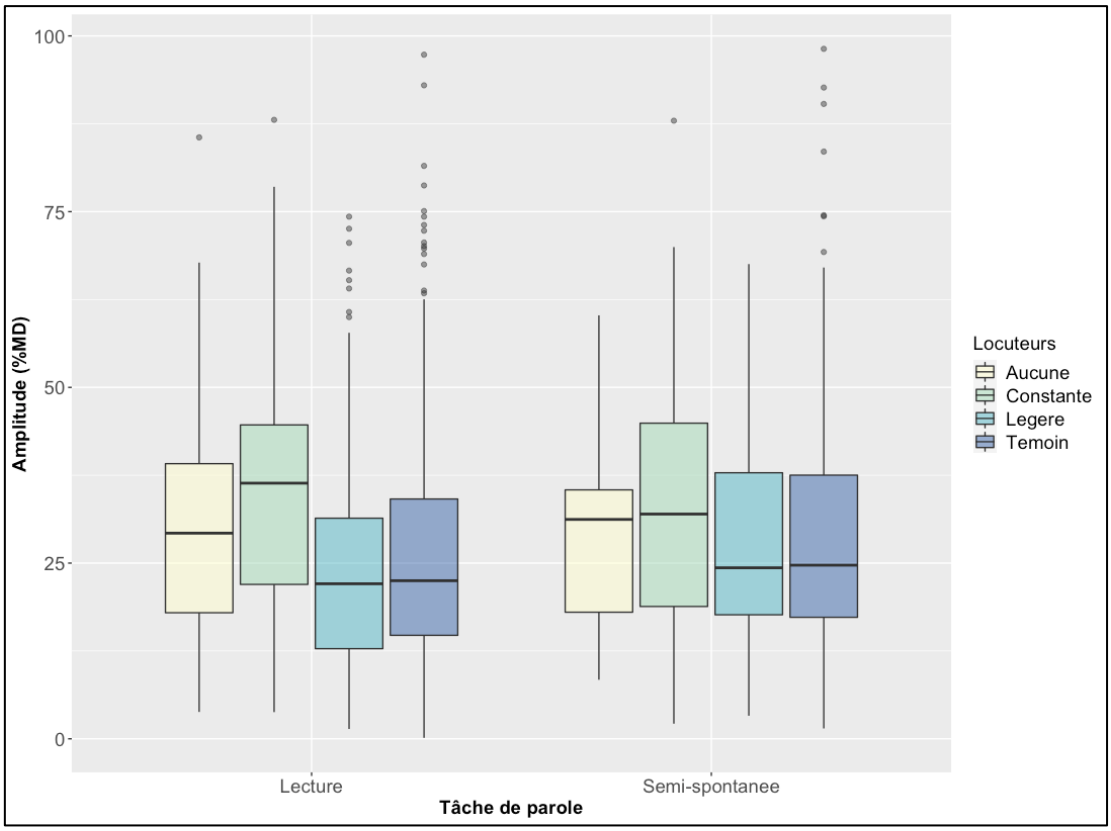

Figure 71. Amplitude expiratoire (%MD) selon la déperdition nasale, en parole lue et semi-spontanée

Comme attendu, la dépense expiratoire des locuteurs présentant une déperdition nasale constante est relativement élevée (lecture = 36,37 %MD ; semi-spontanée = 31,21 %MD), quelle que soit la tâche de parole. La dépense expiratoire des locuteurs ne présentant aucune déperdition nasale est également remarquable. Tandis que lors de la lecture, la valeur médiane de l'amplitude expiratoire reste inférieure à celle des locuteurs avec une déperdition constante (FP-DC = 29,26 %MD), en parole semi-spontanée, les valeurs médianes des deux groupes sont relativement similaires (FP-DC = 31,21 %MD). Néanmoins, les amplitudes expiratoires typiques des locuteurs avec une déperdition constante sont plus variables.

La dépense expiratoire des locuteurs porteurs de fente palatine et d'une déperdition constante est à peu près équivalente à celle des locuteurs témoins, dans les deux conditions de parole (lecture : témoin = 22,49 %MD ; FP-DL = 22,06 %MD ; semi-spontanée : témoin =

24,70 %MD ; FP-DL = 24,33 %MD). Le degré de variabilité est également similaire entre ces deux groupes.

Afin de compléter la description des gestes expiratoires en parole, nous proposons d'étudier la durée des groupes de souffle selon le groupe de locuteurs, en parole lue et semi-spontanée (figure 72), bien qu'aucune différence significative n'apparaisse.

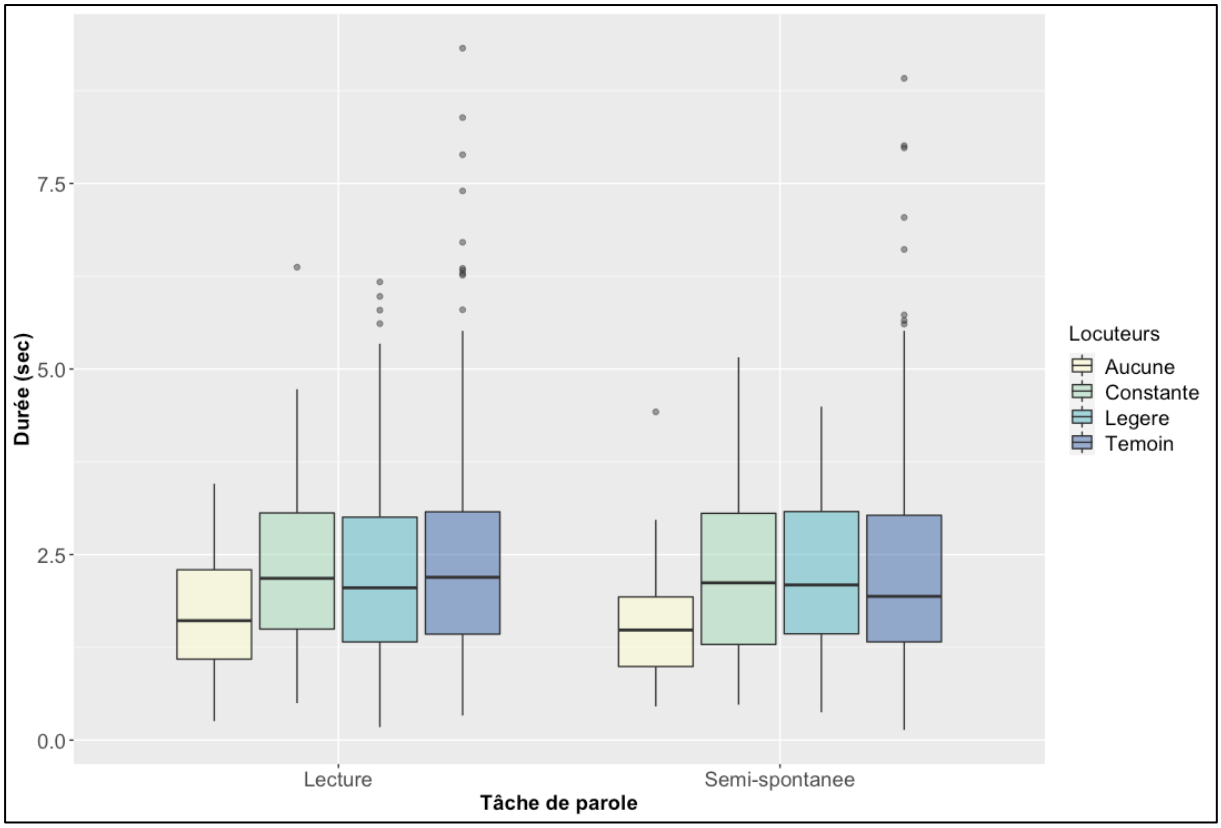

Figure 72. Durée des groupes de souffle (sec) selon le type de déperdition en parole lue et semi-spontanée

La durée des groupes de souffle est à peu près stable entre les trois groupes de locuteurs, aussi bien en parole lue (FP-DC = 2,180 secs ; FP-DL = 2,052 secs ; Témoin = 2,194 secs) que semi-spontanée (FP-DC = 2,199 secs ; FP-DL = 2,091 secs ; Témoin = 1,937 secs).

Les groupes de souffle réalisés par les enfants porteurs de fente avec une fonction vélo-pharyngée satisfaisante tendent à être plus courts que ceux des autres groupes, dans les deux

conditions de parole (lecture = 1,609 secs ; semi-spontanée = 1,483 secs). La durée des groupes de souffle est également moins variable parmi ce groupe de locuteurs.

Deux constats ressortent de ces descriptions. Pour un groupe de souffle d'une durée équivalente, la contribution expiratoire des locuteurs présentant une déperdition nasale constante est plus importante que celle des autres groupes. En conséquence, la perte d'air continue est compensée par une augmentation des volumes pulmonaires expirés. Ensuite, la dépense expiratoire des locuteurs porteurs de fente, sans trouble de la fonction vélo-pharyngée est également élevée pour des groupes de souffle plus courts, en comparaison avec les autres groupes de locuteurs.

2.5.4 Vitesse d'élocution et vitesse d'articulation selon la compétence vélo-pharyngée

Les vitesses d'élocution et d'articulation indiquent quelques spécificités selon le groupe de locuteurs. Nous commencerons par rendre compte des variations de la vitesse d'élocution entre les groupes (figure 73).

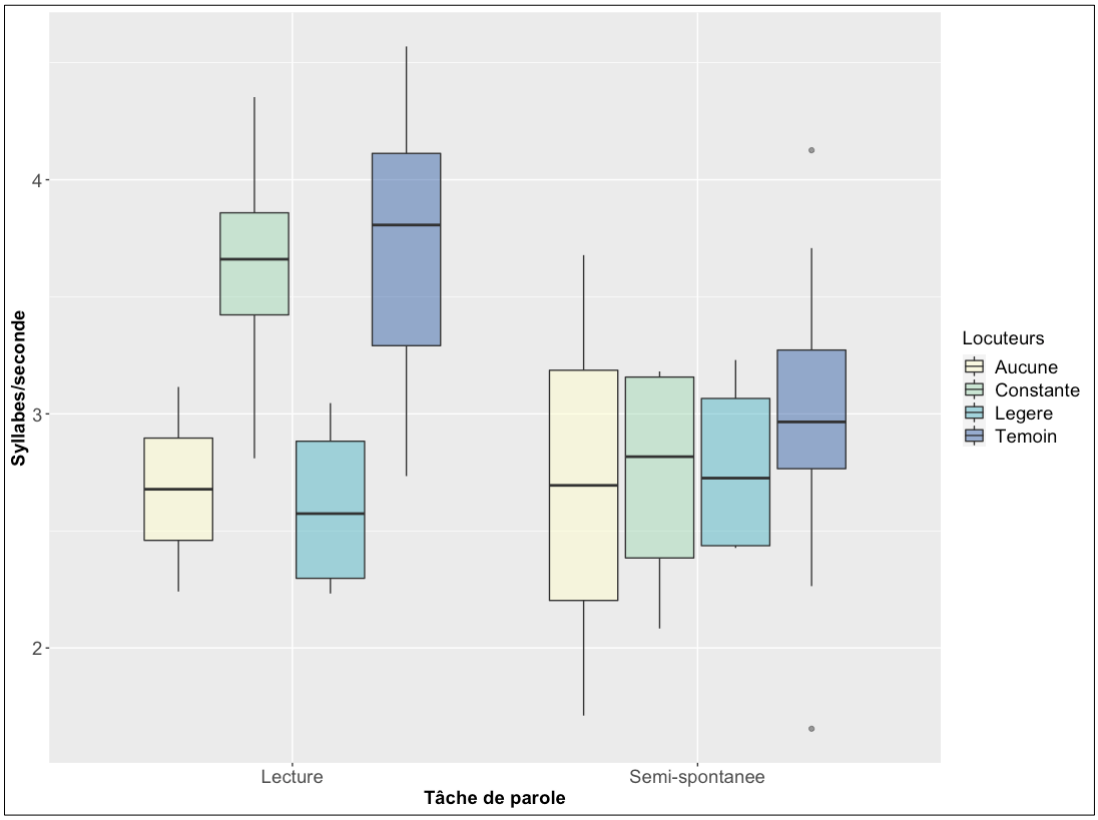

Figure 73. Valeurs de la vitesse d'élocution (syll/sec) selon le groupe de locuteurs, en parole lue et semi-spontanée

L'analyse de variance à modèle mixte révèle une interaction entre le groupe de locuteurs et la tâche de parole (F (3,22) = 3,801, p = 0,025).

Les écarts entre les groupes se manifestent principalement en lecture (F = 5,7 ; p = 0,005). En accord avec les résultats présentés précédemment (section II.4.1. de ce chapitre), la vitesse d'élocution des locuteurs témoins est plus élevée que celle des autres groupes (Témoin = 3,807 syll/sec). Néanmoins, nous remarquons qu'elle est aussi élevée parmi les locuteurs porteurs de fente palatine présentant une déperdition nasale constante (FP-DC = 3,661 syll/sec). Ces deux groupes se distinguent de ceux avec fente palatine, mais sans insuffisance vélo-pharyngée, et ceux avec fente présentant une déperdition nasale légère, dont les vitesses d'élocution sont significativement plus basses (FP-A = 2,678 syll/sec ; FP-DC = 2,574 syll :sec ; p = 0,0151).

En parole semi-spontanée, la vitesse d'élocution tend à être plus élevée chez les locuteurs témoins (Témoin = 2,966 syll/sec), bien que la différence avec les autres groupes ne soit pas significative (p = 0,783). Les locuteurs porteurs de fente, quelle que soit l'atteinte du fonctionnement du vélum, parlent à un rythme relativement similaire (FP-A = 2,695 syll/sec ; FP-DC = 2,817 syll/sec ; FP-DL = 2,725 syll/sec).

Il s'agit désormais de rendre compte de la vitesse d'articulation selon le groupe de locuteurs et la tâche de parole (figure 74).

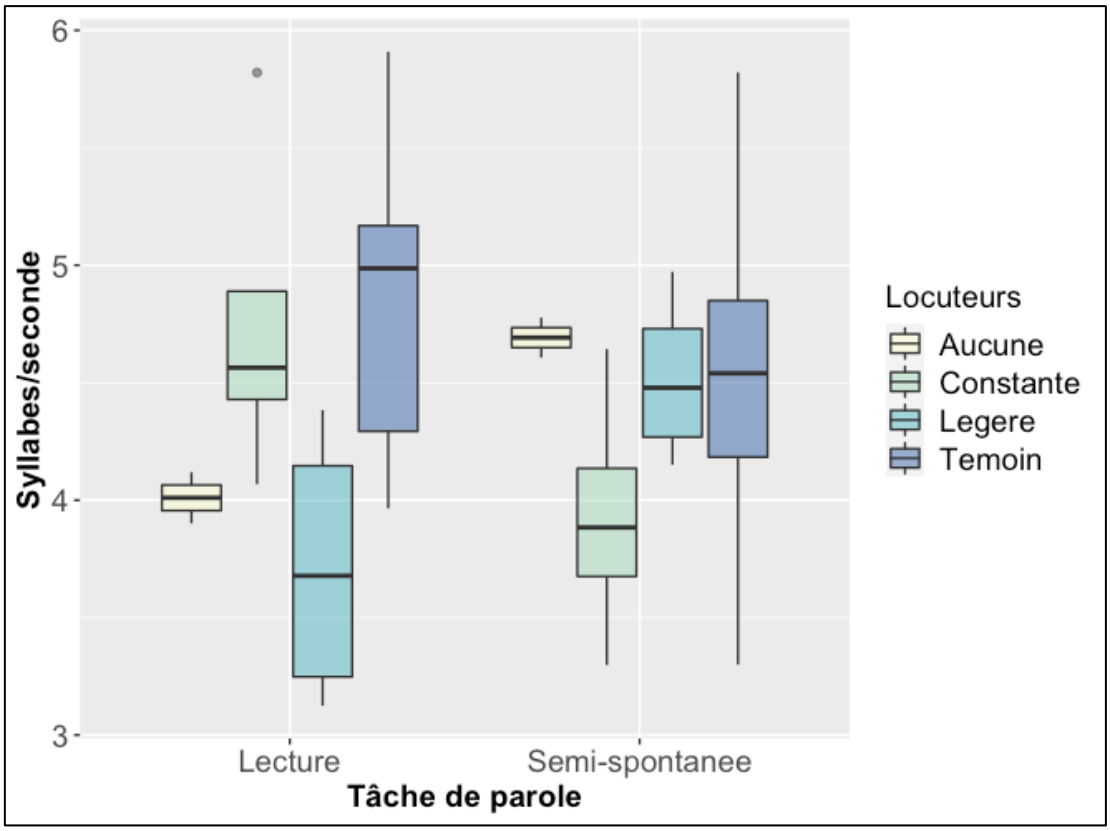

Figure 74. Valeurs de la vitesse d'articulation (syll/sec) selon le groupe de locuteurs, en parole lue et semi-spontanée

Ici aussi, l'analyse de variance mixte témoigne d'une interaction entre la tâche de parole et les groupes de locuteurs, selon l'atteinte du fonctionnement vélo-pharyngé (F (3,22) = 0,001 ; p = 0,001).

En lecture, la vitesse d'articulation est plus élevée chez les locuteurs témoins (Témoin = 4,987 syll/sec). La vitesse d'articulation des locuteurs présentant une déperdition nasale constante est de 4,564 syll/sec, et se démarque significativement de celle des locuteurs présentant une atteinte vélo-pharyngée légère et de celle des locuteurs avec une fermeture fonctionnelle (FP-A = 4,010 syll/sec ; FP-DL = 3,678 syll/sec). Tandis que la vitesse d'élocution des locuteurs porteurs de fente avec déperdition légère et sans déperdition était constante, nous constatons un écart de vitesse d'articulation entre ces deux groupes. Compte tenu des résultats relatifs à la vitesse d'élocution, l'abaissement de la vitesse d'élocution chez les locuteurs sans déperdition nasale est principalement

dû à l'augmentation du temps de pauses, par rapport aux locuteurs présentant une déperdition légère.

En parole semi-spontanée, alors que les valeurs des locuteurs témoins et celles présentant une déperdition légère sont relativement proches (Témoin = 4,540 syll/sec ; FP-DL = 4,479 syll/sec), la vitesse d'articulation des locuteurs porteurs de déperdition constante est significativement plus lente que celle des autres groupes (p = 0,043). Par ailleurs, la vitesse d'articulation des locuteurs FLP sans déperdition nasale est légèrement plus rapide que celle des autres groupes (FP-A = 4,692 syll/sec). Dans la même condition de parole, la vitesse d'élocution de ces locuteurs est similaire à celle des autres groupes. Nous pouvons en déduire que l'équilibre de la vitesse d'élocution observé entre les différents groupes ne résulte pas d'une même vitesse d'articulation mais d'une augmentation de la durée des pauses chez les locuteurs présentant une fermeture vélo-pharyngée adéquate.

En résumé

Le type de fentes n'a aucune incidence sur les variables respiratoires et temporelles de notre étude.

La variabilité des patterns respiratoires et temporels résulte davantage de la compétence du port vélo-pharyngée, et donc de la déperdition nasale. Le groupe de locuteurs porteurs de fente et présentant l'insuffisance vélo-pharyngée la plus sévère (constante) se démarque des autres groupes : leurs gestes respiratoires (contribution inspiratoire et dépense expiratoire) sont plus importants que ceux des autres groupes.

Les locuteurs présentant une déperdition légère apportent une réponse respiratoire moins importante face au déficit de fermeture vélo-pharyngée que les autres locuteurs porteurs de fente. Les productions des locuteurs présentant une déperdition légère en parole se caractérisent néanmoins par une réduction des vitesses d'élocution et d'articulation, en comparaison avec les autres groupes.

3. Bilan provisoire

Nous proposons ici de mettre en regard nos hypothèses initiales (H) avec nos résultats expérimentaux, afin de voir si ces hypothèses ont été confirmées ou infirmées.

(H1) a) En raison des difficultés respiratoires et articulatoires pouvant découler des malformations palatines, les mécanismes respiratoires des locuteurs porteurs de fente devraient présenter des dissemblances au niveau inspiratoire, qui se manifesteraient par l'augmentation de la contribution inspiratoire et sa durée, chez les locuteurs pathologiques, par anticipation des besoins aérodynamiques accrus liés aux fentes.

Les contributions inspiratoires des locuteurs porteurs de fente palatine ne sont pas plus élevées que celles des locuteurs témoins, aussi bien dans un contexte de parole contrôlée que dans un contexte plus libre. L'hypothèse initiale (H1.a.) est donc infirmée. Il n'y a qu'aux frontières des unités de rection que les enfants porteurs de fente réalisent des gestes inspiratoires plus amples que les membres du groupe de contrôle. Si la variabilité du geste inspiratoire tend à être plus importante en lecture chez les locuteurs porteurs de fente, cela semble tenir du niveau de lecture, ce dernier ayant une incidence sur la contribution inspiratoire.

Chez les locuteurs de contrôle, l'amplitude inspiratoire ne présente pas d'écart majeur selon leur emplacement au sein des énoncés : il n'y a pas de différence significative entre les inspirations situées aux frontières majeures et mineures. En revanche, la localisation syntaxique a une incidence significative sur la contribution respiratoire chez les enfants porteurs de division palatine, celle-ci étant plus élevée entre les unités de rection qu'entre les séquences. Ces résultats sont conformes aux patterns observés dans la littérature auprès d'adultes, en parole lue (Conrad et *al.*, 1983 ; Winkworth et *al.*, 1994) et en parole spontanée (Winkworth et *al.*, 1995). Pour une telle différence, Conrad et *al.* (1983) émettent l'hypothèse que le début de l'énoncé serait la partie sémantique la plus importante, suscitant une augmentation de l'intensité de la part du locuteur. Si les adultes exploitent des mécanismes laryngés et respiratoires, afin de faire varier l'intensité en parole, des études démontrent l'absence d'effet de l'intensité sur les mouvements respiratoires chez l'enfant (Russell & Stathopoulos, 1988 ; Charuau et *al.*, 2022). Pour Russell et Stathopoulos (1988), ces résultats indiquent que les enfants exploitent exclusivement les mécanismes laryngés pour faire varier

l'intensité, sans optimiser la respiration. Par ailleurs, la faible variation de la contribution inspiratoire en fonction de la localisation syntaxique du geste, couplée à la vision de Conrad et *al.* (1983), renforce l'hypothèse selon laquelle les différences d'amplitude, en fonction de leur position syntaxique observée chez les adultes, seraient liées à l'intensité en début d'énoncé.

La comparaison des patterns temporels de l'inspiration entre les deux groupes de locuteurs semble être aussi édifiante. Si la durée du mouvement inspiratoire ne présente pas de différence significative entre les locuteurs témoins et porteurs de fente palatine, elle se trouve significativement allongée en parole semi-spontanée, suggérant un effet de la demande cognitivo-linguistique, associée à la tâche de parole, sur les patterns temporels inspiratoires.

Enfin, nos résultats suggèrent qu'il existe une corrélation partielle entre la durée de l'inspiration et son amplitude. Ainsi, un ou plusieurs autres paramètres pourraient impacter la durée et/ou l'amplitude du geste inspiratoire. Compte tenu des différences de résultats obtenus chez les locuteurs porteurs de fente, entre la parole lue et semi-spontanée, nous pouvons nous interroger si la demande cognitivo-linguistique (Mitchell et *al.*, 1996) ne pourrait pas être un facteur d'incidence supplémentaire sur la durée inspiratoire.

H1) b) Pour les mêmes raisons énoncées dans la première hypothèse, les mécanismes thoraco-abdominaux des locuteurs porteurs de fente palatine pourraient présenter des spécificités lors de l'expiration, qui se manifesteraient par l'augmentation de la contribution respiratoire, et donc de la dépense des volumes d'air expirés. Ainsi, le déclin de l'amplitude expiratoire devrait être plus important chez les locuteurs porteurs de fente. Par ailleurs, ces enfants sont plus susceptibles de terminer la phonation à un niveau de pression plus bas que le groupe de contrôle.

Ces hypothèses se confirment en termes de tendances. En effet, l'amplitude expiratoire tend à être plus élevée chez les locuteurs atteints d'une fente palatine, suggérant une mobilisation accrue des volumes pulmonaires expirés lors de la phonation. La hausse de la dépense respiratoire peut être associée aux malformations palatines, en compensation de la difficulté à produire et à maintenir stable la pression intraorale nécessaire à l'émergence des sons. Celle-ci est susceptible d'être plus

conséquente chez les locuteurs dont la compétence vélo-pharyngée est défaillante, entrainant une perte d'air continue. Ainsi, l'augmentation des volumes pulmonaires permettrait de pallier le déficit supra-glottique et de maintenir une pression intraorale à un niveau minimal requis pour une émergence adéquate des sons.

Nous constatons que les locuteurs porteurs de fente palatine, à l'instar des enfants du groupe de contrôle, achèvent la phonation à des volumes inférieurs au REL (*respiratory end-expiratory level*), indiquant que le volume de réserve expiratoire est exploité pour arriver au terme du groupe de souffle. Cependant, tandis que les groupes de souffle produits par les sujets de contrôle prennent fin à des valeurs similaires dans les deux tâches de parole, malgré des volumes pulmonaires initiaux fluctuants, nous remarquons que, chez les enfants souffrant d'une fente palatine, le volume pulmonaire terminal dépend du niveau pulmonaire initial : lorsque le volume pulmonaire initial par rapport au REL est élevé, les locuteurs porteurs de fente terminent la phonation à un niveau pulmonaire similaire à celui des locuteurs témoins, tandis que lorsqu'ils démarrent la phonation à un seuil plus bas, ils achèvent également le groupe de souffle à un niveau inférieur au REL, plus bas que les locuteurs témoins. Ainsi, les capacités respiratoires des locuteurs porteurs de fente semblent plus contraintes et moins flexibles que celles des locuteurs de contrôle.

H2. Les stratégies respiratoires des enfants porteurs de division palatine devraient induire des changements dans l'organisation spatio-temporelle de la parole, en comparaison avec les locuteurs de contrôle. De ce fait, un nombre de pauses respiratoires plus conséquent et des groupes de souffle plus courts devraient être observés chez les locuteurs pathologiques.

Au regard de nos résultats, ces hypothèses sont confirmées en termes de tendances. L'étude des pauses révèle que la plupart de celles produites par les enfants sont consacrées à la respiration, aussi bien en lecture qu'en parole semi-spontanée. Ainsi, les jeunes locuteurs profitent des pauses induites par la structure syntaxique des énoncés pour reprendre leur souffle. L'analyse des ratios des pauses respiratoires et non respiratoires pour chaque groupe de locuteurs révèle que le nombre de pauses accompagnées d'une prise de souffle est légèrement plus élevé chez les enfants porteurs de fente palatine en lecture, bien que la différence ne soit pas notable. L'écart entre les deux groupes

est sensiblement plus élevé en parole semi-spontanée. En outre, les locuteurs pathologiques tendent à reprendre leur souffle plus régulièrement, en comparaison avec le groupe contrôle.

Les groupes de souffle tendent à être plus courts chez les locuteurs porteurs de fente palatine que chez les locuteurs témoins, aussi bien en parole lue que semi-spontanée. Le fait que cette tendance soit observée dans les deux tâches de parole indique que le raccourcissement des groupes de souffle n'est pas uniquement le fait d'une différence de niveau de lecture. La mise en relation des résultats, relatifs à l'amplitude expiratoire et à la durée des groupes de souffle, suggère que l'augmentation de la dépense expiratoire des locuteurs ayant une fente, bien que légère, les amène à réduire la durée de leur groupe de souffle.

H3. En raison de la forte interaction entre la respiration et le niveau linguistique, la distribution syntaxique des pauses respiratoires chez les enfants porteurs de fente pourrait être affectée par l'organisation des patterns inspiratoires et expiratoires. Davantage de pauses respiratoires pourraient apparaitre aux frontières des constituants mineurs, de façon à assurer une reprise d'air plus régulière. En outre, la perte d'air plus conséquente pourrait amener à reprendre leur souffle à des endroits non attendus par la syntaxe.

En lecture, la majorité des pauses syntaxiques sont respiratoires. Que ce soit pour les locuteurs témoins ou les locuteurs pathologiques, les pauses situées aux frontières des unités syntaxiques mineures sont respiratoires, bien que le taux de pauses dédiées à la prise de souffle soit légèrement plus élevé parmi le second groupe. Ainsi, les enfants, tous groupes confondus, profitent aussi bien des frontières syntaxiques mineures que majeures pour reprendre leur souffle. Si les patterns pausaux sont pour la plupart similaires en parole semi-spontanée, nous constatons que pour les locuteurs porteurs de fente palatine, il y a presque autant de pauses respiratoires que non respiratoires aux extrémités des séquences. La présence d'un si grand nombre de pauses non respiratoires aux endroits prévus par la syntaxe témoigne de la conscience des enfants de la fonction démarcative assurée par les pauses. Par ailleurs, ce temps peut aussi être exploité de manière à planifier la suite de l'énoncé, dans cette condition de production de la parole semi-spontanée, où le choix du « mot juste » et des « idées cohérentes » doit être correctement maîtrisé.

La réalisation de pauses respiratoires en dehors des frontières syntaxiques implique que les temps d'hésitation, relevant d'une erreur de décodage ou d'un temps de planification, peuvent aussi être exploités à des fins physiologiques. Un grand nombre de ces pauses, tous locuteurs confondus, sont éloignées d'autres marques d'hésitation. Si le taux de pauses respiratoires non syntaxiques est plus important chez les locuteurs porteurs de fente palatine, spécifiquement en parole semi-spontanée, nos résultats actuels ne nous permettent pas d'affirmer avec certitude que leur apparition en dehors des endroits attendus par la syntaxe est la conséquence d'un manque d'air nécessaire à la poursuite de la phonation, ou si elle est due à une difficulté liée à la lecture durant la première tâche, ou à une difficulté de planification pour la seconde tâche.

H4. Une augmentation des vitesses d'élocution et d'articulation pourrait être observée chez les locuteurs porteurs de fente palatine, en comparaison avec les locuteurs de contrôle de façon à produire un nombre d'informations conséquent dans des groupes de souffle plus courts.

Les vitesses d'élocution et d'articulation des locuteurs porteurs de fente palatine sont significativement plus lentes que celles des locuteurs témoins, allant à l'encontre de notre hypothèse. La modification des patterns expiratoires, observée chez les locuteurs présentant une division palatine, n'est pas compensée par une accélération de la vitesse d'élocution, en vue d'optimiser la quantité d'informations contenues dans un groupe de souffle ayant tendance à être réduit.

La baisse des vitesses d'élocution et d'articulation peut tout de même être envisagée comme une stratégie de réajustement face aux perturbations de l'articulation et de la voix engendrées par les malformations palatines, et ainsi, atteindre les cibles articulatori-acoustiques, ou du moins, s'en approcher au mieux. En premier lieu, certaines études ont montré que l'augmentation de la vitesse d'élocution contribue à l'accroissement d'imprécisions articulatoires (Vaxelaire, 2007). De ce fait, les locuteurs porteurs de fente palatine réduiraient la vitesse d'élocution de façon à prendre le temps de réaliser le geste articulatoire et d'affiner sa précision, permettant la préservation des oppositions phonologiques au mieux. Cette hypothèse est renforcée par le maintien constant de la vitesse d'articulation chez les locuteurs porteurs de fente palatine, en parole lue et semi-spontanée, tandis

que nous observons une décrue significative de la vitesse d'articulation dans la seconde tâche de parole, chez les locuteurs témoins. En second lieu, la réduction de la vitesse d'élocution peut être exploitée afin de diminuer certains troubles de la voix, liés aux malformations palatines. En effet, la réduction de la vitesse d'élocution est souvent préconisée afin de réduire le nasonnement et les autres bruits surajoutés pouvant nuire à l'intelligibilité du message linguistique. Ralentir la vitesse d'élocution accorderait davantage de temps à la fermeture vélo-pharyngée difficile, en raison des malformations, permettant d'assurer l'étanchéité du palais (Alighieri et *al.*, 2020). Toutefois, l'efficacité de cette méthode est discutée, le ralentissement de la vitesse d'élocution pouvant aggraver la perception du nasonnement (Goberman et *al.*, 2001) ou ne présenter aucun effet sur cette perception (Jones & Folkins, 1985 ; Jones et *al.*, 1990 ; Gauster et *al.*, 2010). Néanmoins, ces données reposent essentiellement sur des critères subjectifs, la perception du nasonnement étant évaluée par des juges. Les mesures objectives du nasonnement révèlent un effet significatif de la réduction de la vitesse d'élocution sur la diminution du nasonnement (Alighieri et *al.*, 2020).

H5. Les stratégies des locuteurs présentant une division palatine pourraient varier selon le type de fente et selon la présence ou non d'une insuffisance vélo-pharyngée. Les gestes respiratoires pourraient être plus importants et plus courts chez les enfants souffrant d'une insuffisance vélo-pharyngée. En effet, l'atteinte fonctionnelle du voile du palais pouvant être à l'origine d'une déperdition nasale constante, elle pourrait nécessiter la mobilisation de plus grands volumes d'air, durant toute la phonation, afin de pallier la fuite nasale continue.

Si le type de fentes peut conditionner le choix des trajectoires articulatoires en vue d'atteindre la cible (Byrne et *al.*, 1961 ; Bechet et *al.*, 2012), il n'a aucun impact sur les gestes respiratoires en parole. En revanche, la comparaison des patterns observés pour les différents groupes, constitués selon l'efficacité du vélum, révèle différentes stratégies respiratoires selon la sévérité de l'atteinte de la fermeture vélo-pharyngée.

Les locuteurs dont la fonction vélo-pharyngée est la plus affectée réalisent des gestes respiratoires plus amples, même s'il s'agit davantage de tendances. L'amplitude inspiratoire est plus élevée chez ces locuteurs, suggérant qu'ils inspirent de plus grands volumes d'air par anticipation de

l'augmentation des besoins aérodynamiques accrus, en raison de la perte de pression intraorale continue, pourtant nécessaire à la phonation. En outre, l'analyse des gestes expiratoires des différents groupes de locuteurs, tant sur le plan cinématique que temporel, indique que pour un groupe de souffle d'une longueur médiane similaire, l'amplitude expiratoire est plus importante chez ces enfants. De ce fait, la dépense expiratoire de ces locuteurs est supérieure à celle des autres groupes. Il pourrait s'agir là d'une des conséquences de la diminution de la pression intraorale constante, due au déficit vélo-pharyngé.

Si la vitesse d'élocution des locuteurs souffrant d'une déperdition constante est supérieure à celle des autres groupes d'enfants porteurs de fente palatine, elle reste néanmoins inférieure à celle des locuteurs de contrôle.

Les patterns respiratoires des locuteurs présentant une déperdition nasale légère ne montrent pas de telles spécificités. Ils sont souvent similaires, voire inférieurs, à ceux des locuteurs témoins, en comparaison avec ceux des autres groupes formés d'enfants porteurs de fente palatine. La faible dépense expiratoire par rapport aux locuteurs dont la déperdition nasale est constante indique que la perte de pression intraorale occasionnelle n'est pas compensée par une augmentation de la contribution pulmonaire. La phonation est telle qu'elle ne nécessite pas de compensation au niveau thoraco-abdominal.

Ces données respiratoires, couplées à une analyse articulatoire et acoustique de la chaîne parlée, permettraient de déterminer les sons les plus affectés par la déperdition nasale au sein de notre corpus, et d'identifier le seuil à partir duquel l'atteinte de la fermeture du voile du palais amène à la mise en place de réajustements des patterns respiratoires, afin de pallier le déficit supra-glottique.

Conclusion du chapitre

Ce chapitre est consacré à l'étude de l'organisation des patterns respiratoires en discours et leur résistivité face aux troubles de la respiration et de la parole, engendrés par les malformations palatines. Pour ce faire, 12 locuteurs porteurs de fente palatine ont été enregistrés durant une tâche de lecture et une tâche de parole semi-spontanée. Les données recueillies ont été comparées à celles de 17 locuteurs témoins. Les données acoustiques et respiratoires, recueillies à l'aide de ceintures électromagnétiques électriques, ont permis d'analyser les patterns inspiratoires et expiratoires, en interaction avec la structure linguistique des énoncés, à travers des périmètres thoraco-abdominaux, tout au long de la phonation.

Les hypothèses portaient sur une modification des patterns respiratoires de la part des enfants porteurs de fente palatine, en comparaison à ceux des locuteurs témoins. Ainsi, il était attendu que, d'une part, les gestes inspiratoires et expiratoires soient plus importants chez les locuteurs pathologiques, et, d'autre part, la durée des gestes expiratoires soit raccourcie tandis que celle de l'inspiration augmenterait. Par ailleurs, la modification de ces patterns pourrait également se manifester à travers l'organisation spatiotemporelle de la parole.

Les hypothèses ont été partiellement confirmées et, parmi celles qui l'ont été, il s'agissait de tendances, nos résultats ne dépassant pas les seuils de significativité fixés. Les patterns inspiratoires des deux groupes de locuteurs étaient relativement similaires, et ce, malgré la dépense expiratoire plus importante relevée auprès des enfants porteurs de fente palatine. De ce fait, les besoins aérodynamiques accrus, liés aux malformations du palais, ne sont pas anticipés dès l'inspiration, les locuteurs réajustant davantage les gestes expiratoires. L'élévation de la contribution expiratoire observée chez les locuteurs pathologiques est accompagnée d'une réduction de la durée des groupes de souffle, par rapport au groupe contrôle, n'hésitant pas à recourir davantage au volume expiratoire de réserve, en vue de maintenir les pressions nécessaires à la phonation avant de reprendre leur souffle à un endroit syntaxiquement acceptable.

De manière générale, une plus forte variabilité ressort des productions des locuteurs porteurs de fente palatine, trouvant quelques explications parmi l'hétérogénéité plus importante des profils. Si le type de fente n'engendre pas de réponse respiratoire particulière, les stratégies

respiratoires semblent dépendantes de l'efficacité de la fermeture du port vélo-pharyngée. Les locuteurs dont la fonction vélo-pharyngée est la plus atteinte, ayant pour conséquence une déperdition nasale constante, réalisent des gestes respiratoires plus amples que les autres groupes de locuteurs, suggérant l'inspiration d'un plus grand volume d'air, et une dépense expiratoire plus importante pour des groupes de souffle d'une durée médiane similaire.

Quatrième partie

Synthèse générale et discussion

Chapitre VII. Synthèse générale et discussion

Ce travail, réalisé avec la collaboration du Service de chirurgie infantile du Centre hospitalier de Hautepierre et celle de l'École primaire de Sarraltroff (Lorraine), consistait à analyser les mécanismes respiratoires durant la parole chez des enfants, et à tester la « résistivité » de ces patterns respiratoires face aux perturbations de la respiration et de l'élocution, conséquentes aux malformations palatines. Plus précisément, il s'agissait, dans un premier temps, d'examiner les stratégies compensatoires mises en place par les enfants porteurs de fente palatine, au niveau thoraco-abdominal, de façon à remédier à ces déficits supra-glottiques. Dans un second temps, il s'agissait de considérer la manière dont ces stratégies compensatoires interagissent avec la structure syntaxique des énoncés, en vue d'évaluer la robustesse de l'interaction, face aux perturbations qui pourraient être engendrées par les fentes.

Les patterns respiratoires ont été observés à l'aide de la pléthysmographie par inductance, c'est-à-dire en mesurant la variation des périmètres thoracique et abdominal, en fonction du temps (secondes) par l'intermédiaire de ceintures élastiques électromagnétiques. La synchronisation des signaux respiratoires et du signal acoustique de parole a permis d'évaluer la variation de ces périmètres, tout au long de la phonation. Deux expériences ont été menées, l'une s'appuyant sur un corpus de production de séquences VCV, insérés dans des phrases porteuses, et l'autre portant sur un corpus de parole lue et semi-spontanée.

Cette discussion sera l'occasion de revenir sur nos résultats principaux, en les confrontant aux hypothèses initiales. Ainsi, cela devrait rendre compte des principaux enseignements que l'on pourrait tirer de ces études.

Expérience 1. Étude de la respiration durant la production d'un cycle consonantique

Cette première expérience portait sur l'étude des mécanismes expiratoires durant la réalisation d'un cycle consonantique spécifique, en contexte de parole normale et pathologique. De

façon plus générale, une attention a été portée à l'interaction entre la dépense expiratoire durant le cycle consonantique et la composition de la phrase porteuse.

Les objectifs de ce travail étaient, dans un premier temps, d'observer la gestion des mouvements respiratoires, au niveau thoraco-abdominal, en relation avec la production des cycles consonantiques variant selon le voisement et le mode articulatoire, et, dans un second temps, d'identifier les réajustements respiratoires mis en place par les locuteurs porteurs de fente palatine, à l'échelle du cycle consonantique mais aussi à l'échelle du groupe de souffle.

Pour cette étude, nous avons procédé à l'analyse de séquences du type VCV, insérés dans des phrases porteuses, en faisant varier la consonne cible entre les occlusives voisées et non voisées du français, ainsi que les fricatives [s] et [ʃ]. Les productions de 12 locuteurs atteints d'une fente palatine, dont 9 présentaient une fonction vélo-pharyngée altérée (4 locuteurs souffraient également d'une déperdition nasale légère et 5 d'une déperdition nasale constante), ont été analysées et comparées à celles de 17 locuteurs témoins. Les données respiratoires, recueillies à l'aide de ceintures électromagnétiques, disposées sur le thorax et l'abdomen, et synchronisées avec le signal acoustique, ont permis d'estimer la dépense expiratoire par cycle consonantique, *via* la compression de l'ensemble thoraco-abdominal, mais aussi d'analyser l'amplitude des mouvements inspiratoires précédant le groupe de souffle, ainsi que l'amplitude expiratoire tout au long de ce groupe.

Nos hypothèses étaient les suivantes : (1) la dépense expiratoire par cycle consonantique (VVT-VVT) varierait selon le mode articulatoire et le voisement de la consonne cible ; (2) l'amplitude expiratoire durant la réalisation du groupe de souffle pourrait être influencée par le mode articulatoire et le voisement de la consonne cible, mais aussi par le nombre de consonnes non voisées contenues dans le groupe de souffle ; (3) le mode articulatoire et le voisement de la consonne cible pourraient également avoir un impact sur l'amplitude inspiratoire ; (4) les contributions inspiratoires et expiratoires devraient être plus importantes chez les locuteurs porteurs de fente palatine, et atteints d'une déperdition nasale constante, traduisant une atteinte sévère de la fonction vélo-pharyngée.

Au regard des résultats obtenus, il apparaît que le mode articulatoire de la consonne a une incidence sur la compression thoraco-abdominale. En effet, la production de cycles consonantiques fricatifs engendre une dépense expiratoire significativement plus importante que pour la production des cycles consonantiques occlusifs. Rappelons, toutefois, que l'amplitude du geste expiratoire, durant la réalisation des cycles consonantiques occlusifs voisés et non voisés, ne présente aucune différence significative. Si ces résultats sont en contradiction avec les études faisant état d'une pression intraorale plus élevée lors de la production d'occlusives que de fricatives, ils confirment ceux obtenus par Ohala et *al.* (1980 ; rapporté par Ohala ; 1990) : l'articulation d'une fricative est associée à une diminution importante et rapide du volume pulmonaire. La fermeture de la cage thoracique serait donc plus importante lors de la production des fricatives en raison de l'écoulement de l'air continu que leur articulation nécessite. Selon Warren et Wood (1969), les volumes respiratoires mobilisés pour les occlusives et les fricatives seraient similaires. Tandis qu'ils considèrent que l'émergence des occlusives nécessite une plus grande contribution respiratoire, ils expliquent cette similarité observée entre les entités relevant de deux modes d'articulation par un allongement remarquable de la durée des fricatives par rapport à celle des occlusives. Néanmoins, nos données révèlent que la hausse de la dépense expiratoire, associée aux fricatives, n'est imputable ni à la durée de la consonne ni à la durée du cycle consonantique.

Le mode articulatoire et le voisement de consonne cible de la séquence VCV n'ont aucune incidence significative sur l'amplitude expiratoire durant le groupe de souffle. L'augmentation de la dépense expiratoire tend à augmenter avec la hausse du nombre de consonnes non voisées au sein du groupe de souffle, ce qui corrobore les résultats de Fuchs et *al.* (2015). Néanmoins, les données ne révèlent pas de corrélation entre ces deux variables, la variabilité de la dépense expiratoire n'étant pas uniquement induite par le nombre de consonnes non voisées. D'autres facteurs, qui pourraient être d'origine articulatoire, prosodique ou encore cognitive, sont susceptibles d'influencer le geste expiratoire. La faible variabilité du nombre de consonnes non voisées pourrait également être responsable du manque de significativité entre ces deux variables. En effet, un écart plus important entre le nombre consonnes non voisées produites dans un même groupe de souffle, comprenant le même nombre de syllabes, pourrait s'avérer plus efficace pour mesurer l'incidence réelle du contenu articulatoire de la séquence sur la compression de la cage thoracique.

Conformément à nos attentes, la compression de la cage thoracique est plus importante chez les locuteurs porteurs de fente palatine, surtout lorsque ces enfants présentent une déperdition nasale constante. En effet, l'amplitude expiratoire des enfants, dont la fonction vélo-pharyngée est la plus atteinte, se démarque significativement de celle des autres locuteurs. Aussi, ces locuteurs exploitent les volumes respiratoires expirés afin de créer une pression intraorale suffisante pour l'émergence appropriée des cycles consonantiques malgré la perte d'air continue, confirmant ainsi les résultats de Warren et *al.* (1992).

En ce qui concerne les locuteurs présentant une déperdition nasale légère, la différence de dépense expiratoire par cycle consonantique, par rapport aux autres groupes, est plus nuancée. Si l'amplitude expiratoire est parfois plus importante chez ces locuteurs, en comparaison avec les locuteurs contrôles et les locuteurs porteurs de fente palatine, dont la fonction vélo-pharyngée est adéquate, la différence n'est pas significative. Le fait que l'augmentation de l'amplitude expiratoire, par rapport aux autres groupes de locuteurs, ne s'opère que dans certains contextes pose question quant aux sons affectés par la déperdition. Les sons associés à une hausse de la compression thoraco-abdominale de la part de ces locuteurs pourraient être les sons touchés par la déperdition nasale ponctuelle, une déperdition qui pourrait être compensée par une augmentation des volumes pulmonaires mobilisés. Cette information n'ayant pas été contrôlée lors de l'acquisition des données, nous ne pouvons confirmer cette hypothèse.

Des patterns similaires sont observés au niveau du groupe de souffle. En effet, la dépense expiratoire est significativement plus élevée chez les locuteurs porteurs de fente labio-palatine, notamment chez ceux dont la déperdition nasale est la plus sévère. En revanche, peu de différences sont observées au niveau des mouvements inspiratoires. En effet, la contribution inspiratoire est sensiblement la même entre les trois groupes de locuteurs. Si le geste inspiratoire tend à être plus élevé chez les locuteurs présentant une déperdition nasale constante, lors de la production de phrases dont la consonne cible est non voisée, la différence n'est pas notable. Ainsi, les besoins respiratoires peuvent être anticipés, dans une moindre mesure, dès l'inspiration, et dans certains contextes.

Expérience 2. Interaction entre respiration et discours

La seconde expérience portait sur l'étude de l'organisation spatio-temporelle des mouvements respiratoires, en interaction avec la structure linguistique des énoncés, dans un contexte de parole lue puis semi-spontanée. Deux objectifs ont guidé cette recherche. Le premier visait à identifier les stratégies de réajustement mises en place au niveau thoraco-abdominal par les enfants porteurs de fente palatine, de façon à compenser les déficits supra-glottiques. Le second consistait à évaluer l'incidence de ces éventuelles stratégies compensatoires sur la structuration syntaxique des énoncés.

L'analyse a été réalisée à partir des enregistrements de 17 locuteurs témoins et 12 locuteurs porteurs de fente palatine, parmi lesquels 5 souffraient d'une déperdition nasale constante et 4 d'une déperdition légère. Ils ont été enregistrés dans deux conditions de parole différentes : une tâche de parole lue et une tâche de parole semi-spontanée. Les signaux respiratoires, obtenus à l'aide de ceintures électromagnétiques, ont été synchronisés avec le signal acoustique de parole, permettant l'observation de la variation des périmètres thoracique et abdominal, tout au long de la phonation.

Nos hypothèses étaient les suivantes : (1.a) le mouvement inspiratoire des locuteurs porteurs de fente palatine serait plus long et plus important que celui des locuteurs témoins ; (1.b) l'amplitude expiratoire des groupes de souffle serait plus élevée chez les enfants porteurs de fente palatine, les volumes d'air expirés étant plus importants ; (2) les réajustements respiratoires, déployés par les locuteurs atteints d'une division palatine, engendreraient des modifications au niveau de l'organisation spatio-temporelle de la parole qui se manifesteraient par des groupes de souffle plus courts et par une augmentation du nombre de pauses respiratoires, par rapport aux locuteurs témoins ; (3) l'augmentation du nombre de pauses respiratoires entraînerait également des changements dans la distribution syntaxique des pauses ; (4) les vitesses d'élocution et d'articulation seraient plus élevées chez les locuteurs porteurs de fente palatine, afin de placer un plus grand nombre de syllabes dans un groupe de souffle restreint ; (5) les stratégies respiratoires, mises en place par les locuteurs porteurs de fente, pourraient varier selon le type de fente et selon la mobilité du voile du palais.

À l'instar de ce qui a été observé lors de la précédente expérience sur la dépense respiratoire en fonction du cycle consonantique, l'amplitude inspiratoire ne varie pas selon le groupe de contrôle. Elle tend à être plus élevée chez les locuteurs témoins. Toutefois, la différence n'est pas statistiquement significative. En revanche, comparativement à ce qui a été relevé précédemment, les hypothèses relatives à l'adaptation des mécanismes expiratoires chez les locuteurs porteurs de fente palatine ne se confirment qu'en termes de tendances. En effet, la dépense expiratoire tend à être plus élevée chez les locuteurs porteurs de fente palatine, bien que la différence n'est pas significative. Par ailleurs, si le degré de la compression de la cage thoracique se démarque à nouveau chez les locuteurs porteurs de fente palatine, et présentant une déperdition nasale constante, la hausse des valeurs par rapport aux autres groupes de locuteurs n'est pas aussi importante que ce qui a été observé lors de l'analyse à l'échelle des phrases porteuses.

Une modification de l'organisation spatio-temporelle des mouvements expiratoires et, par conséquent, de la production de la parole, est également observée entre les deux groupes de locuteurs. En effet, les locuteurs porteurs de fente labio-palatine tendent à produire des groupes de souffle plus courts que les locuteurs témoins, modifiant la distribution des syllabes au sein des groupes de souffle. Nous constatons également une réduction du nombre de syllabes par groupe de souffle, ce qui peut s'expliquer par une baisse de la vitesse d'élocution et d'articulation chez les locuteurs porteurs de fente palatine, ainsi que par des difficultés de décodage lors de la tâche de parole, le niveau de fluence de ces enfants étant plus bas et plus fluctuant que celui des locuteurs témoins.

Alors qu'il était attendu que les locuteurs présentant une division palatine fassent augmenter leur vitesse d'élocution de façon à produire un plus grand nombre de syllabes dans des groupes de souffle plus courts, la tendance inverse a été observée. En effet, les vitesses d'élocution et d'articulation sont plus lentes chez les enfants atteints d'une malformation palatine. Néanmoins, le ralentissement de la vitesse d'élocution peut aussi être employé comme une stratégie compensatoire. En réduisant les vitesses d'élocution et d'articulation, les locuteurs porteurs de fente accordent plus de temps au contrôle du geste du voile du palais, lui permettant, pour ceux ayant une fonction vélo-pharyngée adéquate, de produire une fermeture efficace du port vélo-pharyngé (Dalston et *al.*, 1990). Pour les locuteurs présentant une atteinte du voile du palais, ce ralentissement

de la vitesse d'élocution permet de réduire l'ouverture du port vélo-pharyngé au maximum. Ainsi, la réduction des vitesses d'élocution et d'articulation pourrait également être mobilisée comme stratégie par ces locuteurs de façon à restreindre les troubles de la voix, tels que le nasonnement. Bien que son effet soit contesté dans la littérature, certains auteurs indiquent que parler à une vitesse d'élocution plus lente a un effet significatif sur l'affaiblissement du nasonnement (Alighieri et *al.*, 2020).

En ce qui concerne l'interaction de la respiration avec la structure syntaxique des énoncés, nous relevons que les pauses respiratoires sont majoritairement syntaxiques chez les deux groupes de locuteurs, aussi bien en parole lue qu'en parole semi-spontanée. La légère hausse des pauses respiratoires non syntaxiques chez les locuteurs porteurs de fente palatine semble plutôt être consécutive à des difficultés de lecture qu'à une réduction des capacités respiratoires, obligeant le locuteur à interrompre le groupe de souffle à un endroit non opportun, d'un point de vue syntaxique. Le niveau de fluence en lecture plus hétérogène de ces locuteurs, par rapport aux enfants du groupe de contrôle, renforce cette hypothèse. Il était également attendu que la place des pauses aux frontières syntaxiques variait selon le groupe de locuteurs. Il est communément admis que les pauses respiratoires sont essentiellement réalisées aux frontières des unités syntaxiques majeures (Henderson et *al.*, 1965 ; Grosjean & Collins, 1979 ; Winkworth et *al.*, 1994 ; 1995), les unités syntaxiques mineures étant principalement délimitées par des pauses non respiratoires. Toutefois, lorsque les capacités respiratoires sont affaiblies, les locuteurs exploitent davantage les frontières des unités syntaxiques mineures pour reprendre leur souffle plus régulièrement (Huber et *al.*, 2012), comme cela aurait pu être le cas chez les locuteurs porteurs de fente palatine, compte tenu des réajustements opérés au niveau respiratoire. Cependant, aucune différence n'est observée entre les deux groupes de locuteurs. En effet, les enfants du groupe contrôle exploitent tout autant les frontières des unités syntaxiques mineures que les locuteurs porteurs de fente labio-palatine pour reprendre leur souffle. Conscients de la nécessité de marquer les unités syntaxiques entre elles, notamment par l'intermédiaire de pauses, les enfants mobilisent généralement ces temps pour reprendre leur souffle.

Les résultats de cette étude révèlent que les réajustements mis en place par les locuteurs porteurs de fente palatine sont essentiellement expiratoires. Nous observons une augmentation de

la dépense expiratoire par groupe de souffle, en réponse aux difficultés articulatoires et à la perte de pression intraorale, plus particulièrement lorsque les locuteurs présentent une fonction vélo-pharyngée défaillante. La hausse de la dépense expiratoire pourrait être à l'origine du raccourcissement de la durée des groupes de souffle observé chez ces locuteurs.

Cette étude a permis la comparaison des patterns respiratoires en parole lue, condition de parole contrôlée, et en parole semi-spontanée, plus libre et impliquant une hausse de la demande cognitivo-linguistique. Cette comparaison permet de vérifier la « résistivité » des patterns respiratoires chez les locuteurs témoins et porteurs de fente palatine, face au degré de contrôle de la tâche de parole, et de tester la variabilité des stratégies déployées.

Il apparaît que la tâche de parole a une incidence, dans une moindre mesure, sur les patterns respiratoires. Elle semble agir sur la durée des mouvements. En effet, nous observons une augmentation significative de la durée des inspirations, ce qui pourrait suggérer un ralentissement du geste inspiratoire, sous l'effet de la hausse de la demande cognitivo-linguistique. Ensuite, il ressort de l'analyse de l'amplitude inspiratoire selon sa localisation syntaxique que les inspirations situées en dehors des frontières syntaxiques, généralement liées à des hésitations, sont moins importantes que celles localisées aux frontières des unités syntaxiques. Enfin, pour étayer cette hypothèse, il convient de mentionner les comportements respiratoires particuliers observés durant la réalisation des pauses non respiratoires. En effet, certaines pauses non respiratoires sont caractérisées par la stagnation des courbes respiratoires, tout au long de sa réalisation, reflétant le blocage de la fermeture de la cage thoracique. Ces comportements respiratoires interviennent le plus souvent au sein des pauses non syntaxiques, entre le *reparandum* et le *reparans*, ou à proximité d'une marque d'hésitation. Nous pouvons supposer que ces comportements particuliers sont conséquents à l'élévation de la charge cognitive.

En résumé, ces résultats interrogent sur les effets de la demande cognitivo-linguistique sur la respiration, notamment sur la vitesse de réalisation des mouvements. En effet, la tâche de parole semble affecter la durée des mouvements respiratoires, en particulier l'inspiration.

Contribution à la catégorisation des inspirations

Dans son étude proposant une nouvelle nomenclature des pauses silencieuses en parole spontanée, Weston (2019) met au jour l'existence de petites inspirations, dont l'amplitude est inférieure ou égale à celle d'une inspiration courante, que nous nommons micro-inspirations. Ainsi, par rapport à ces mêmes caractéristiques, nous avons distingué les inspirations des micro-inspirations, auxquelles nous avons consacré une partie de notre étude à la description de leur distribution au sein du discours. Selon Weston (2019), ces micro-inspirations correspondraient à des disfluences et auraient une fonction de planification des mots. En d'autres termes, ces micro-inspirations seraient plutôt liées à des hésitations de préparation de ce qui devrait venir.

Nos résultats révèlent la présence de ces micro-inspirations, aussi bien chez les locuteurs atteints d'une fente palatine que chez les locuteurs du groupe de contrôle. Tandis que ces micro-inspirations auraient pu être plus présentes chez les enfants porteurs de fente palatine parce que le niveau de lecture est plus hétérogène, ou en raison des difficultés respiratoires, qui pourraient contraindre ces enfants à reprendre plus régulièrement leur souffle, le ratio des micro-inspirations par rapport aux inspirations reste à peu près le même pour les deux groupes de locuteurs.

Comme nous l'avons indiqué précédemment, les micro-inspirations ont été repérées chez la plupart de nos locuteurs, aussi bien en parole lue que semi-spontanée. Le fait qu'elles apparaissent si fréquemment aux endroits prévus par la syntaxe, semble indiquer qu'elles sont parfaitement intégrées dans le modèle respiratoire des locuteurs. Par ailleurs, l'analyse de la distribution de ces micro-inspirations révèle qu'elles sont principalement réalisées aux frontières des unités syntaxiques. De ce fait, les micro-inspirations ne correspondent pas systématiquement à des disfluences, ne confirmant pas l'une des hypothèses émises par Weston (2019). Néanmoins, la présence de micro-inspirations tend à augmenter en parole semi-spontanée, allant dans le sens de l'une des hypothèses formulées par Weston (2019). En effet, la demande cognitivo-linguistique étant accrue en parole semi-spontanée, elle pourrait être responsable de la légère hausse du nombre de micro-inspirations observée en parole semi-spontanée.

La réalisation des micro-inspirations soulève des questions auxquelles nous n'avons pas encore répondu, ou partiellement, notamment en ce qui concerne la gestion du mouvement

expiratoire qui suit le mouvement inspiratoire. Le faible mouvement inspiratoire est-il systématiquement suivi d'un groupe de souffle plus court ? À quelle fréquence les micro-inspirations peuvent-elles se succéder sans altérer l'intelligibilité de la parole ? La faible reprise d'air est-elle compensée par une plus grande dépense expiratoire, contraignant le locuteur à puiser dans le volume expiratoire de réserve, afin d'achever la phonation avec un niveau de pression satisfaisant ? Un examen plus approfondi de la relation entre les micro-inspirations et la gestion expiratoire pourrait répondre à ces questions, et nous en apprendre davantage quant à la flexibilité du système respiratoire.

Différences des patterns respiratoires durant la lecture de phrases isolées, courtes, et la lecture de texte ou parole semi-spontanée.

La comparaison des résultats de nos deux expériences met en lumière une différence quant à la significativité des mécanismes compensatoires mis en place au niveau expiratoire par les locuteurs porteurs de fente palatine. En effet, si l'on démarre au niveau du contexte restreint de la phrase porteuse, plus on va vers des contextes de production naturelle, que ce soit la lecture, le discours ou encore la parole spontanée, plus les différences significatives s'estompent. Un contexte de parole naturelle implique l'intervention de facteurs situationnels, énonciatifs, contextuels pragmatiques qui prennent le dessus sur le comportement rythmique, respiratoire, articulatoire, que l'on pourrait observer en contextes contraints et contrôlés dans des productions forgées, du type phrases porteuses avec séquences cibles.

Apports de nos résultats aux théories de la Variabilité Adaptative et de la Viabilité

Selon l'approche de Lindblom (1990), la parole pathologique se trouve généralement dans le domaine de l'hypo-articulation. Dans le cas des fentes palatines, la production de la parole peut être caractérisée d'hypo-articulation, l'articulation des sons étant réalisée en fonction de ce qui est réalisable, pour des raisons de capacités articulatoires des enfants patients (Bechet, 2011). En d'autres

termes, l'articulation du son n'est pas optimale mais elle est réalisée en fonction de ce qui est possible, modifiant l'interaction entre ses différentes composantes, de façon à atteindre la « cible ».

Le choix des stratégies articulatoires mises en place par les locuteurs porteurs de fente palatine semble dépendre du type de fente (Spriesterbach & Powers, 1959 ; Spriesterbach et *al.*, 1961 ; Copeland, 1990 ; Gibbon et *al.*, 2002 ; Bechet et *al.*, 2012). En revanche, les réajustements déployés au niveau respiratoire par les locuteurs atteints d'une malformation palatine ne sont pas conditionnés à la forme de la fente mais à la fonctionnalité du voile du palais. En nous appuyant sur l'approche de l'*hypo* et *hyper-speech* de Lindblom (1990), la difficulté de fermeture du voile du palais, responsable en partie de l'hypo-articulation, est compensée par une hyper-production au niveau sous-glottique et, cela, plus particulièrement chez les enfants dont la fonctionnalité vélo-pharyngée est la plus atteinte, dans l'objectif d'améliorer la perception et la compréhension du message linguistique. En d'autres termes, nous observons la réalisation d'une hyper-respiration en compensation de l'hypo-articulation supra-glottique, de façon à répondre à l'exigence d'intelligibilité de la part de l'auditeur. Le locuteur, en augmentant les volumes respiratoires, génère des pressions supra-glottiques et les maintient à un niveau suffisant pour favoriser une production adéquate de la consonne cible et son intelligibilité.

Au regard de la théorie de la Viabilité, transposée à la production-perception de la parole (Sock, 1998 ; Sock & Vaxelaire, 2004), les données de cette étude témoignent de la flexibilité du système respiratoire face aux perturbations supra-glottiques. Les principaux réajustements déployés au niveau du contrôle du mouvement expiratoire sont conservateurs. Aucune modification n'a été opérée entre les différentes composantes du système de production-perception de la parole. Nous observons principalement une modification des gestes expiratoires, que ce soit au niveau de la compression de la cage thoracique ou de la durée de ces gestes, de façon à répondre au mieux aux besoins aérodynamiques, liés à la production des consonnes. Dans les cas les plus sévères, les besoins aérodynamiques peuvent être anticipés dès l'inspiration, grâce à la mobilisation d'un plus grand volume d'air. Néanmoins, l'utilisation de cette stratégie est plus restreinte et semble dépendre de la tâche de parole. Dans ce cadre théorique, nous pouvons rationaliser nos résultats sous forme de satisfaction (*satisfycing*) des contraintes articulatori-acoustiques, même si ces *contraintes* sont *sous-optimales*, du moment où les entités phonétiques (ici les consonnes) émergent plus ou moins

adéquatement, et que les contrastes (phonétiques et phonologiques) entre ces entités sont convenablement assurés.

Conclusion

De manière générale, cette recherche contribue à la description du fonctionnement des mécanismes respiratoires en parole chez les enfants. Plus spécifiquement, ce travail apporte une contribution quant à l'étude de la « résistivité » des patterns respiratoires, face aux perturbations engendrées par les malformations palatines, dans un contexte de production de phrases porteuses contenant une séquence cible VCV, puis dans un contexte de discours. Aussi, l'étude des patterns respiratoires en parole lue et semi-spontanée a permis de mettre au jour la manière dont ces patterns, ainsi que les réajustements observés au niveau respiratoire, entrent en interaction avec le niveau linguistique des énoncés.

À notre connaissance, une étude d'une telle envergure n'avait pas encore été menée auprès de ces locuteurs. En effet, les travaux traitant de la respiration, en interaction avec la gestion des flux aérodynamiques, ont principalement été réalisés à partir de productions de mots isolés ou de phrases courtes. Le travail que nous proposons permet d'avoir un regard complémentaire, quant au déploiement des stratégies compensatoires, au niveau thoraco-abdominal, durant la production contrôlée de phrases porteuses et durant la parole en discours lu et semi-spontané.

S'il s'avère que les enfants porteurs de fentes palatines mettent en place des stratégies compensatoires au niveau thoraco-abdominal, ces dernières sont principalement mises en place lors de l'expiration. Nos données confirment l'élévation de la compression de la cage thoracique chez ces enfants, suggérant l'expulsion plus rapide et plus importante du volume pulmonaire, par rapport aux locuteurs témoins, afin de pallier les déficits supra-glottiques. Ces stratégies sont plus importantes lorsque le fonctionnement du voile du palais est altéré. Dans les cas où l'atteinte du voile du palais est plus sévère, des réajustements peuvent être opérés durant l'inspiration, permettant aux locuteurs d'inspirer un plus grand volume d'air en compensation de la fuite nasale continue. Cependant, l'usage de cette stratégie n'est pas systématique. Elle n'apparait que dans certains contextes (dans le cas de certaines phrases porteuses), sans que nous n'ayons, pour le moment, d'explication quant à son déploiement.

Les stratégies compensatoires expiratoires des locuteurs porteurs de fente palatine sont appliquées tant durant la production de phrases porteuses que durant la phonation en discours.

Néanmoins, les différences entre les deux groupes de locuteurs s'atténuent en parole lue et semi-spontanée. La perte de significativité des différences au niveau des patterns respiratoires, entre les deux groupes de locuteurs, tend à montrer que d'autres facteurs interviennent sur le contrôle de la respiration. La dépense expiratoire plus élevée engendre également une réduction de la durée des groupes de souffle.

De manière plus générale, la comparaison entre la parole lue et la parole semi-spontanée que nous avons effectuée contribue à souligner l'impact important de la demande cognitivo-linguistique sur les patterns respiratoires. En effet, un ralentissement de la durée des inspirations a été observé en parole semi-spontanée. Nous avons également constaté des comportements respiratoires spécifiques, identifiés au sein de pauses non syntaxiques, tant dans la gestion inspiratoire, par une augmentation de la durée du geste et une réduction de son amplitude, que dans la gestion expiratoire, le mouvement de fermeture de la cage thoracique pouvant être bloqué durant la réalisation de pauses non syntaxiques.

Comme cela a été montré au niveau de l'articulation et de la production des sons de la parole chez les locuteurs porteurs de fente palatine (Bechet, 2011), le contrôle de la respiration revêt un caractère idiosyncrasique. La respiration est capable d'adapter son fonctionnement et de suivre d'autres patterns spatio-temporels (trajectoires et formes) de façon à relayer le déficit au niveau de l'articulation des sons, cela pour atteindre la « cible ». L'augmentation du volume respiratoire permet de compenser la perte de pression intraorale continue en fournissant une pression intraorale suffisante à l'émergence des consonnes. Les locuteurs présentent des limites de viabilité différentes. Si le choix des stratégies articulatoires mises en place par les locuteurs porteurs de fente palatine est conditionné par le type de fente, la réponse respiratoire, quant à elle, dépend principalement de l'état de la fonction vélo-pharyngée.

Limites et perspectives

L'étude que nous avons proposée comprend quelques limites.

Notre étude se trouve limitée par le nombre de locuteurs enregistrés. Si le panel de locuteurs enregistrés dans le cadre de cette étude nous a permis d'identifier des patterns caractéristiques des fentes palatines, en comparaison au groupe témoin, il conviendrait de pouvoir répliquer cette étude en augmentant le nombre de participants, tant pour le groupe contrôle que pour les enfants porteurs de fente palatine. Par ailleurs, les sous-groupes de locuteurs présentant une division palatine, distingués selon l'état de la fonctionnalité du voile du palais, comprennent un nombre limité de participants. L'augmentation du nombre de locuteurs porteurs de fente permettrait de diversifier ces sous-groupes, d'affiner la constitution des groupes et de tenter de confirmer les données obtenues dans la présente étude.

La deuxième limite vient des conditions d'enregistrement à l'hôpital. En effet, malgré de bonnes conditions d'accueil, la passation entre les rendez-vous ne s'avérait pas toujours optimale pour nos locuteurs. Les rendez-vous successifs, ainsi que le temps d'attente parfois très long, pouvaient engendrer fatigue et/ou hyperactivité pour certains participants. Néanmoins, nous tenons à souligner, une fois encore, la bonne volonté et la curiosité manifestées à l'égard de notre étude par l'ensemble des enfants ayant été enregistrés. Précisons également que le recueil de données en milieu hospitalier a été réalisé durant la période de la pandémie de Covid-19, marquée par des contraintes particulières, notamment la mise en place d'un couvre-feu qui restreignait les horaires de passation, et, par conséquent, le nombre de locuteurs pouvant être enregistrés durant la demi-journée.

Enfin, l'étude que nous avons proposée portait essentiellement sur l'interaction entre les patterns respiratoires et l'organisation spatio-temporelle de la parole. L'analyse acoustique a été réalisée « en surface », de façon à examiner le comportement respiratoire, associé à certaines caractéristiques articulatori-acoustiques de consonnes cibles (mode articulatoire et voisement). Elle n'a pas été poussée davantage. Toutefois, il serait intéressant de contrôler l'efficacité des réajustements respiratoires sur la réalisation de la consonne cible, et donc, de l'atteinte de la

« cible ». Une analyse acoustique et prosodique plus approfondie pourrait permettre d'identifier certains facteurs pouvant avoir une incidence sur la variabilité des gestes respiratoires observée.

Si nos analyses portent essentiellement sur les productions de locuteurs porteurs de fente palatine, âgés de 7 à 12 ans, des locuteurs de 6 ans ont également été enregistrés. Par manque de temps, nous n'avons pas pu les inclure à notre étude. Il serait intéressant de poursuivre le travail d'analyse à partir de ces données, celles-ci pouvant apporter des informations complémentaires sur le développement des patterns respiratoires. En effet, les patterns des enfants âgés de moins de 7 ans se distinguent davantage de ceux plus âgés. Par ailleurs, la plupart des locuteurs de cet âge que nous avons enregistrés n'ont pas encore débuté la rééducation orthophonique régulière. De ce fait, cela permettrait de comparer les patterns respiratoires chez des locuteurs dont les patterns sont encore à un stade précoce de leur développement, mais également avant toute intervention orthophonique.

Une autre perspective d'étude est d'analyser le corpus de [a] tenus, réalisés en condition normale et en condition d'obstruction nasale. Ces données n'ont pas pu être exploitées dans le cadre cette étude. L'objectif d'un tel corpus est de comparer la production de la voyelle tenue dans un contexte normal, puis dans un contexte où il était demandé au locuteur de se pincer le nez avec la main. Il serait ainsi possible d'observer le comportement respiratoire lorsque le passage de l'air nasal vers l'extérieur est obstrué, mais aussi de voir si cela permettrait une amélioration du temps maximal de phonation (TMP). Ces données pourraient également être mises à profit pour examiner la stabilité vocale chez les locuteurs porteurs de fente palatine, dans un contexte normal et dans un contexte d'obstruction nasale. Une comparaison des mesures de la voix pourrait également être faite en fonction de la réponse respiratoire mise en place par les locuteurs porteurs de fente, dans les deux conditions de production. Les données sont en cours de traitement et devraient faire l'objet d'un article ou d'une communication dans les prochains temps.

La dernière perspective consiste dans l'amélioration du système de recueil des données utilisées dans le cadre de cette étude. Dans le cadre de telles expériences, il serait intéressant de coupler les signaux respiratoires thoraciques et abdominaux à un système de mesure de la pression intra-orale, des débits d'air oral et nasal, comme le système d'Évaluation Vocale Assistée EVA 2. La synchronisation de ces mesures présenterait un intérêt supplémentaire dans l'analyse de la parole

chez les enfants atteints d'une malformation palatine, puisqu'elle permettrait de rendre compte de l'interaction entre les mouvements réalisés au niveau thoraco-abdominal et les flux d'air oral et nasal. Ainsi, il serait possible d'évaluer l'impact des réajustements thoraco-abdominaux sur les pressions d'air au niveau supra-glottique.

Bibliographie

ABRY, C., AUTESSERRE, D., BARRERA, C., BOE, L.-J., CAELEN, J., CAELEN-HAUMONT, G., ROSSI, M., SOCK, R., & VIGOUROUX, N. (1985). Propositions pour la segmentation et l'étiquetage des sons du français. In : *XIVèmes Journées d'Études sur la parole*, Paris - France, 156-163.

AGNELLO, J. (1975). Voice Onset and Voice Termination features of stutterers. In: WEBSTER L.M & FURST L.C. (Éds.), *Vocal tract dynamics and dysfluency*. Speech and Hearing Institute, 940-954.

ALIGHIERI, C., BETTENS, K., EVERAERT, J., & VAN LIERDE, K. (2020). Impact of speech rate and mouth opening on hypernasality and speech intelligibility in children with a cleft (lip and) palate. *Journal of Communication Disorders*, *83*, 105950.

AMY DE LA BRETEQUE, B. (2000). *A l'origine du son : Le souffle*. Solal.

ARKEBAUER, H. J., HIXON, T. J., & HARDY, J. C. (1967). Peak Intraoral Air Pressures During Speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, *10*(2), 196-208.

AUBIN, J.-P. (1991). *Viability Theory*. Birhaüsen.

AUCHLIN, A., SIMON, A.-C., GOLDMAN, J.-P., & AVANZI, M. (2018). Pauses avec et sans prise de souffle. Typologie acoustique et fonctionnelle. In E. RICHARD & S. ORIEZ (Éds.), Des organisations dynamiques de la langue orale. Peter Lang, 57-72.

BAILEY E. F. & HOIT J. D. (2002). Speaking and Breathing in High Respiratory Drive. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *45*(1), 89-99.

BAKER, S. E., HIPP, J., & ALESSIO, H. (2008). Ventilation and speech characteristics during submaximal aerobic exercise. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, *51*(5), 1203-1214.

BANZETT, R. B., MAHAN, S. T., GARNER, D. M., BRUGHERA, A., & LORING, S. H. (1995). A simple and reliable method to calibrate respiratory magnetometers and Respitrace. *Journal of Applied Physiology*, *79*(6), 2169-2176.

BARIK, H. C. (1968). On Defining Juncture Pauses: A Note On Boomer's « Hesitation and Grammatical Encoding ». *Language and Speech, 11*(3), 156-159.

BECHET, M. (2011). *Perturbation de la production des occlusives chez des locuteurs présentant une division palatine ou labio-palatine*. Thèse de doctorat, Université de Strasbourg. http://www.theses.fr/2011STRA1093

BECHET, M., HIRSCH, F., FAUTH, C., & SOCK, R. (2012). Consonantal space area in Children with a Cleft Palate An Acoustic Study. In *Interspeech 2012 Home 13th Annual Conference of the International Speech Communication Association*, Portland, 58-61.

BELZ, M., & TROUVAIN, J. (2019). Are 'silent' pauses always silent? In *19th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS)*, Melbourne – Australia, 2744-2748.

BERNARD, P.-J., & AUCHLIN, A. (2003). *Les prises de souffle dans le discours. Quelques éléments vers une implantation « text-to-speech »*, Mimeo, 7.

BERNTHAL, J. E., & BEUKELMAN, D. R. (1978). Intraoral air pressure during the production of /p/ and /b/ by children, youths, and adults. *Journal of Speech and Hearing Research*, *21*(2), 361-371.

BILGER, M., & CAMPIONE, E. (2002). Propositions pour un étiquetage en « séquences fonctionnelles ». *Recherches sur le français parlé*, *17*, 117-136.

BLANCHE-BENVENISTE, C., BILGER, M., ROUGET, C., & VAN DEN EYNDE, K. (1990). *Le français parlé : Études grammaticales*, Éditions du CNRS.

BOERSMA, P., & WEENINK, D. (2021). *Praat: Doing phonetics by computer* [Computer program]. Version 6.1.42. Retrieved from http://www.praat.org/

BOLIEK C. A., HIXON T. J., WATSON P. J., & JONES P. B. (2009). Refinement of Speech Breathing in Healthy 4- to 6-Year-Old Children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *52*(4), 990-1007.

BOREL-MAISONNY, S. (1975). Troubles d'articulation. In LAUNAY C. & BOREL-MAISONNY S. (Éds.), *Les troubles du langage, de la parole et de la voix chez l'enfant*. Paris : Masson (2ème édition), 309-333.

BUNTON, K. (2005). Patterns of lung volume use during an extemporaneous speech task in persons with Parkinson disease. *Journal of Communication Disorders*, *38*(5), 331-348.

BUREAU, S., PENKO, M., & MCFADDEN, L. (2001). Speech outcome after closure of oronasal fistulas with bone grafts. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery: Official Journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, *59*(12), 1408-1414

BYRNE, M. C., SHELTON, R. L., & DIEDRICH, W. M. (1961). Articulatory Skill, Physical Management, and Classification of Children with Cleft Palates. *Journal of Speech and Hearing Disorders, 26*(4), 326-333.

CALLIOPE (1989). *La parole et son traitement automatique*. Paris : Masson.

CAMPBELL, E. J. M. (1958). The respiratory muscles and the mechanics of breathing. Lloyd-Luke.

CANDEA, M. (2000). *Contribution à l'étude des pauses silencieuses et des phénomènes dits « d'hésitation » en français oral spontané. Étude sur un corpus de récits en classe de français.* Thèse de doctorat, Université Sorbonne Nouvelle - Paris III.

CENTRE DE REFERENCE MALADIES RARES DES FENTES ET MALFORMATIONS FACIALES - MAFACE (2021). *Fentes labiales et/ou palatines.* Texte du Protocole National de Diagnostic et de Soins (PNDS).

CHARUAU, D., VAXELAIRE, B., & SOCK, R. (2022). La variation des patterns respiratoires en parole chez l'enfant. *Actes des JEP 2022*, 233-241.

CONESSA, C., HERVE, S., GOASDOUE, P., MARTIGNY, E., BAUDELLE, E., & PONCET, J.-L. (2005). Insuffisance vélopharyngée. *EMC - Oto-rhino-laryngologie, 2*(2), 249-262.

CONRAD, B., THALACKER, S., & SCHÖNLE, P. (1983). Speech Respiration as an Indicator of Integrative Contextual Processing. *Folia Phoniatrica*, *35*(5), 220-225.

COPELAND, M. (1990). The effects of very early palatal repair on speech. *British Journal of Plastic Surgery*, *43*(6), 676-682.

CRIBLE, L. (2016). Discourse Markers and Disfluencies: Integrating Functional and Formal Annotations. In *LREC*, Portoroz - Slovenia.

CRYSTAL, T. H., & HOUSE, A. S. (1988). A Note on the Variability of Timing Control. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 31(3), 497-502.

DALSTON, R. M., & SEAVER, E. J. (1992). Relative Values of Various Standardized Passages in the Nasometric Assessment of Patients with Velopharyngeal Impairment. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, *29*(1), 17-21.

DALSTON, R. M., WARREN, D. W., & SMITH, L. R. (1990). The Aerodynamic Characteristics of Speech Produced by Normal Speakers and Cleft Palate Speakers with Adequate Velopharyngeal Function. *Cleft Palate Journal*, *27*(4), 393-401.

DEJOY, D. A., & GREGORY, H. H. (1985). The relationship between age and frequency of disfluency in preschool children. *Journal of Fluency Disorders*, *10*(2), 107-122.

DI CRISTO, A. (2013). Éléments de définition. In : DI CRISTO, A., *La prosodie de la parole*. Bruxelles : De Boeck Solal, 1-21.

DI CRISTO, A., & TESTON, B. (1979). Fréquence fondamentale et pression intra-orale. *Larynx et Parole*, 329-366.

DORAY, B., BADILA-TIMBOLSCHI, D., SCHAEFER, E., FATTORI, D., MONGA, B., DOTT, B., FAVRE, R., KOHLER, M., NISAND, I., VIVILLE, B., KAUFFMANN, I., BRUANT-RODIER, C., GROLLEMUND, B., RINKENBACH, R., ASTRUC, D., GASSER, B., LINDNER, V., MARCELLIN, L., FLORI, E., GIRARD-LEMAIRE, F. & DOLLFUS, H. (2012). Épidémiologie des fentes labio-palatines : Expérience du Registre de malformations congénitales d'Alsace entre 1995 et 2006. *Archives de Pédiatrie, 19*(10), 1021-1029.

DRAPER, M. H., LADEFOGED, P., & WHITTERIDGE, D. (1960). Expiratory Pressures and Air Flow During Speech. *British Medical Journal*, *1*(5189), 1837-1843.

DRAPER M. H., LADEFOGED PETER, & WHITTERIDGE D. (1959). Respiratory Muscles in Speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, *2*(1), 16-27.

DUEZ, D. (1991). *La pause dans la parole de l'homme politique.* CNRS éditions.

DUEZ, D. (1997). La signification des pauses dans la production et perception de la parole. *Revue Parole*, *3-4*, 275-299.

DUEZ, D. (2001). Caractéristiques acoustiques et phonétiques des pauses remplies dans la conversation en français. *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage d'Aix-en-Provence (TIPA)*, 20, 31-48.

DUEZ, D. (2005). Organisation temporelle de la parole et dysarthtie parkinsonnienne. In C. ÖZSANCAK & P. AUZOU (Éds.), *Les troubles de la parole et de la déglutition dans la maladie de Parkinson*, Solal, 195-211.

ESPOSITO, A. (2005). Children's Organization of Discourse Structure Through Pausing Means. In M. FAUNDEZ-ZANUY, L. JANER, A. ESPOSITO, A. SATUE-VILLAR, J. ROURE, & V. ESPINOSA-DURO (Éds.), *Nonlinear Analyses and Algorithms for Speech Processing*. Springer, 108-115.

FANT, G., KRUCKENBERG, A., & BARBOSA FERREIRA, J. (2003). Individual variations in pausing. A study of read speech. *PHONUM*, 9, 193-196.

FAUTH, C., DUCHEMIN, A., VAXELAIRE, B., & SOCK, R. (2018). Perturbation de l'organisation temporelle de la parole suite à un effort physique. In *XXXIIèmes Journées d'Études sur la* parole, Aix-en-Provence – France, 240-248.

FANT, G., KRUCKENBERG, A., & BARBOSA FERREIRA, J. (2003). Individual variations in pausing. A study of read speech. In *Phonum 9*, 193-196.

FERRAND, C. T. (2016). *Speech Science: An Integrated Approach to Theory and Clinical Practice.* Boston: Pearson (Fourth Edition).

FUCHS, S., HOOLE, P., VORNWALD, D., GWINNER, A., VELKOV, H., & KRIVOKAPIĆ, J. (2008). The Control of Speech Breathing in Relation to the Upcoming sentence. In: *8th International Seminar on Speech Production*, Strasbourg - France, 77-80.

FUCHS, S., PETRONE, C., KRIVOKAPIĆ, J., & HOOLE, P. (2013). Acoustic and respiratory evidence for utterance planning in German. *Journal of Phonetics*, *41*(1), 29-47.

FUCHS, S., PETRONE, C., ROCHET-CAPELLAN, A., REICHEL, U. D., & KOENIG, L. L. (2015). Assessing respiratory contributions to f0 declination in German across varying speech tasks and respiratory demands. *Journal of Phonetics*, *52*, 35-45.

FUCHS, S., REICHEL, U. D., & ROCHET-CAPELLAN, A. (2015). Changes in speech and breathing rate while speaking and biking. In: *18th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS 2015)*, Glasgow - Écosse.

GAITENBY, J. (1965), The Elastic Word. *Haskins Laboratories Status Report on Speech Research*, SR-2, 3.1-3.12.

GAULTIER, C., & ZINMAN, R. (1983). Maximal static pressures in healthy children. *Respiration Physiology*, 51(1), 45-61.

GAUSTER, A., YUNUSOVA, Y., & ZAJAC, D. (2010). The effect of speaking rate on velopharyngeal function in healthy speakers. *Clinical Linguistics & Phonetics*, *24*(7), 576-588.

GIBBON, F. E., & CRAMPIN, B., L. (2001). An Electropalatographic Investigation of Middorsum Palatal Stops in an Adult with Repaired Cleft Palate. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal, 38*(2), 96-105.

GIBBON, F. E., & CRAMPIN, L. (2002). Labial-Lingual Double Articulations in Speakers with Cleft Palate. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal, 39*(1), 40-49.

GOBERMAN, A. M., SELBY, J. C., & GILBERT, H. R. (2001). The effects of changes in speaking rate on nasal airflow and the perception of nasality. *Folia Phoniatrica et Logopaedica: Official Organ of the International Association of Logopedics and Phoniatrics (IALP), 53*(4), 222-230.

GODDE, E., BAILLY, G. & BOSSE, M.-L. (2022). Pausing and Breathing while Reading Aloud: Development from 2nd to 7th grade. *Reading and Writing*, *35*, 1-27.

GOLDMAN, J.-P., FRANÇOIS, T., ROEKHAUT, S., & SIMON, A.-C. (2010). Étude statistique de la durée pausale dans différents styles de parole. In *XXVIIIèmes Journées d'Études sur la Parole (JEP 2010)*, Mons, Belgique.

GOLDMAN, J.-P. (2011). EasyAlign: An automatic phonetic alignment tool under Praat. In *Interspeech 2011*, Florence - Italie, 3233-3236.

GOLDMAN-EISLER, F. (1972). Pauses, Clauses, Sentences. *Language and Speech*, 15(2), 103-113.

GOLLIN, E. (1981). Development and plasticity. In GOLLIN E. (Éd.), *Developmental Plasticity*. New York: Academic Press, 231-252.

GROSJEAN, F., & COLLINS, M. (1979). Breathing, pausing and reading. *Phonetica*, *36*(2), 98-114.

GROSJEAN, F., & DESCHAMPS, A. (1972). Analyses des variables temporelles du français spontané. *Phonetica*, *26*(3), 129-156.

GROSJEAN, F., & DESCHAMPS, A. (1975). Analyse contrastive des variables temporelles de l'anglais et du français : Vitesse de parole et variables composantes, phénomènes d'hésitation. *Phonetica*, 31(3-4), 144-184.

GROSMAN, I., SIMON, A.-C., & DEGAND, L. (2018). Variation des pauses silencieuses : Impact de la syntaxe, du style de parole et des disfluences. *Langages*, *3*(211), 13-41.

HAIRFIELD, W. M., WARREN, D. W., HINTON, V. A., & SEATON, D. L. (1987). Inspiratory and Expiratory Effects of Nasal Breathing. *Cleft Palate J.*, *24*(3).

HAMMEN, V. L., & YORKSTON, K. M. (1996). Speech and pause characteristics following speech rate reduction in hypokinetic dysarthria. *Journal of Communication Disorders*, *29*(6), 429-445.

HARDIN-JONES, M. A., & JONES, D. L. (2005). Speech Production of Preschoolers with Cleft Palate. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, *42*(1), 7-13.

HARDING, A., & GRUNWELL, P. (1996). Characteristics of cleft palate speech. *International Journal of Language & Communication Disorders, 31*(4), 331-357.

HENDERSON, A., GOLDMAN-EISLER, F., & SKARBEK, A. (1965). Temporal Patterns of Cognitive Activity and Breath Control in Speech. *Language and Speech*, *8*(4), 236-242.

HIRSCH, F., FAUTH, C., DIDIRKOVA, I., LALAIN, M., & LEGOU, T. (2018). Que cachent les pauses silencieuses en parole ? Une étude de cas. *Langages*, 3, 211.

HIRSCH, F., MARSAC, F., DIDIRKOVA, I., BECHET, M., & BEN MESSAOUD, M. (2016). Spécificités du rythme politique de la parole politique. Le cas de François Hollande. *Romanica Wratislaviensia*, 63, 145-155.

HIXON, T. J., GOLDMAN, M. D., & MEAD, J. (1973). Kinematics of the Chest Wall during Speech Production: Volume Displacements of the Rib Cage, Abdomen, and Lung. *Journal of Speech and Hearing Research*, *16*(1), 78-115.

HIXON, T. J., WATSON, P. J., HARRIS, F. P., & PEARL, N. B. (1988). Relative volume changes of the rib cage and abdomen during prephonatory chest wall posturing. *Journal of Voice*, *2*(1), 13-19.

HIXON, T. J., WEISMER, G., & HOIT, J. D. (2020). *Preclinical Speech Science: Anatomy, physiology, acoustics, perception* (3rd édition). Plural Publishing.

HO, A., IANSEK, R., MARIGLIANI, C., BRADSHAW, J. L., & GATES, S. (1998). Speech impairment in a large sample of people with Parkinson's disease. *Behav Neurol*, *11*, 131-137.

HOHLFELD, J. (1991). Les fentes labio-maxillo-palatines. *Journal de Pédiatrie et de Puériculture*, *4*(8), 459-463.

HOIT, J. D., & HIXON, T. J. (1987). Age and speech breathing. *Journal of Speech and Hearing Research*, *30*(3), 351-366.

HOIT J. D., HIXON T. J., WATSON P. J., & MORGAN W. J. (1990). Speech Breathing in Children and Adolescents. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *33*(1), 51-69.

HOIT, J. D., PLASSMAN, B. L., LANSING, R. W., & HIXON, T. J. (1988). Abdominal muscle activity during speech production. *Journal of Applied Physiology*, *65*(6), 2656-2664.

HUBER, J. E., & DARLING, M. (2011). Effect of Parkinson's disease on the production of structured and unstructured speaking tasks: Respiratory physiologic and linguistic considerations. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, *54*(1), 33-46.

HUBER, J. E., DARLING, M., FRANCIS, E. J., & ZHANG, D. (2012). Impact of typical aging and Parkinson's disease on the relationship among breath pausing, syntax, and punctuation. *American Journal of Speech-Language Pathology*, *21*(4), 368-379.

ISSHIKI, N., & RINGEL, R. (1964). Air Flow during the Production of Selected Consonants. *Journal of Speech and Hearing Research, 7*(3), 233-244.

JONES, D. L., & FOLKINS, J. W. (1985). Effect of speaking rate on judgments of disordered speech in children with cleft palate. *The Cleft Palate Journal, 22*(4), 246-252.

JONES D. L., FOLKINS J. W., & MORRIS H. L. (1990). Speech Production Time and Judgments of Disordered Nasalization in Speakers with Cleft Palate. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 33*(3), 458-466.

KARLING, J., LARSON, O., & HENNINGSSON, G. (1993). Oronasal fistulas in cleft palate patients and their influence on speech. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery and Hand Surgery*, *27*(3), 193-201.

KENT, R. D., & FORNER, L. L. (1980). Speech segment durations in sentence recitations by children and adults. *Journal of Phonetics*, *8*(2), 157-168.

KLATT, D. H. (1975). Voice onset time, frication, and aspiration in word-initial consonant clusters. *Journal of Speech and Hearing Research*, *18*(4), 686-706.

KLATT, D. H., STEVENS, K. N., & MEAD, J. (1968). Studies of Articulatory Activity and Airflow During Speech. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *155*(1), 42-55.

KONNO, K., & MEAD, J. (1967). Measurement of the separate volume changes of rib cage and abdomen during breathing. *Journal of Applied Physiology*, *22*(3), 407-422.

LAINE, T., WARREN, D. W., DALSTON, R. M., & MORR, K. E. (1989). Effects of velar resistance on speech aerodynamics. *European Journal of Orthodontics*, *11*(1), 52-58.

LAINE T., WARREN D. W., DALSTON R. M., HAIRFIELD W. M., & MORR K. E. (1988). Intraoral Pressure, Nasal Pressure and Airflow Rate in Cleft Palate Speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *31*(3), 432-437.

LALAIN, M., LEGOU, T., FAUTH, C., HIRSCH, F., & DIDIRKOVA, I. (2016). *Q*ue disent nos silences ? Apport des données acoustiques, articulatoires et physiologiques pour l'étude des pauses silencieuses. In : *XXXIèmes Journées d'Études sur la Parole*, Paris, 563-570.

LALAIN, M., MENDONCA-ALVES, L., ESPESSER, R., GHIO, A., LOOZE, C. D., & REIS, C. (2012). Lecture et Prosodie chez l'enfant dyslexique, le cas des pauses. In *XXIXes Journées d'Études sur la Parole*, Grenoble - France, 41-48.

LEBRUN, Y. (1966). Sur l'activité des muscles thoraco-abdominaux pendant la phonation. *Folia Phoniatrica*, *18*(5), 354-368.

LEE, S., POTAMIANOS, A., & NARAYANAN, S. (1999). Acoustics of children's speech: Developmental changes of temporal and spectral parameters. *The Journal of the Acoustical Society of America, 105*(3), 1455-1468.

LE HUCHE, F., & ALLALI, A. (2010). Les organes du souffle phonatoire. In *La voix—Anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole : Vol. Tome 1*. Elsevier Masson (4ème édition), 21-55.

LEQUETTE, C., POUGET, G., & ZORMAN, M. (2008). *E.L.FE Évaluation de la Lecture en FluencE*. Cogni-sciences.

LEVIN, H., SILVERMAN, I., & FORD, B. L. (1967). Hesitations in children's speech during explanation and description. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 6(4), 560-564.

LINDBLOM, B. (1990). Explaining phonetic variation: A sketch of the H&H Theory. In HARDCASLTE W. J. &. MARCHAL A (Éds.), *Speech Production and Speech Modelling*. Springer, 403-439.

LISKER, L., & ABRAMSON, A. S. (1964). A Cross-Language Study of Voicing in Initial Stops: Acoustical Measurements. *WORD*, *20*(3), 384-422.

LUDLOW, C. L., CONNOR, N. P., & BASSICH, C. J. (1987). Speech timing in Parkinson's and Huntington's disease. *Brain and Language*, *32*(2), 195-214.

MACLAY, H., & OSGOOD, C. E. (1959). Hesitation Phenomena in Spontaneous English Speech. WORD, 15(1), 19-44.

MARCHAL, A., JAMMES, Y., & GRIMAUD, C. (1986). Étude EMG préliminaire sur le contrôle de la respiration dans la phonation. In *XVèmes Journées d'Études sur la Parole*, Aix-en-Provence - France 43-45.

MARTINEZ-SANCHEZ, F., MEILAN, J. J. G., CARRO, J., GOMEZ ÍÑIGUEZ, C., MILLIAN-MORELL, L., PUJANTE VALVERDE, I. M., LOPEZ-ALBURQUERQUE, T., & LOPEZ, D. E. (2016). Speech rate in Parkinson's disease: A controlled study. *Neurología*, *31*(7), 466-472.

MATLAB. (2021). Version 9.11.0.1809720 (R2021b) [Computer Software]. Natick, Massachusetts: The Mathwork Inc.

MAYO, R., WARREN, D. W., & ZAJAC, D. J. (1998). Intraoral Pressure and Velopharyngeal Function. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, *35*(4), 299-303.

MCWILLIAMS, B. J., MORRIS, H. L., & SHELTON, R. L. (1984). *Cleft palate speech*. Philadelphia: Decker.

MINSLEY, G. E., WARREN, D. W., & HINTON, V. (1987). Physiologic responses to maxillary resection and subsequent obturation. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *57*(3), 338-344.

MECKEL, Y., ROTSTEIN, A., & INBAR, O. (2002). The effects of speech production on physiologic responses during submaximal exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise, 34(8), 1337-1343.

MEUNIER, C. (2005). Invariants et variabilité en phonétique. In NGUYEN N., WAUQUIER-GRAVELINES S., & DURAND J., *Phonologie et phonétique, forme et substance*. Paris : Lavoisier, 349-374.

MITCHELL, H. L., HOIT, J. D., & WATSON, P. J. (1996). Cognitive-linguistic demands and speech breathing. *Journal of Speech and Hearing Research*, *39*(1), 93-104.

MILSTEIN, C. F., & WATSON, P. J. (2004). The effects of lung volume initiation on speech: A perceptual study. *Journal of Voice*, *18*(1), 38-45.

MONTOYA Y MARTINEZ, P., & BAYLON-CAMPILLO, H. (1996). *L'incompétence vélo-pharyngée : Exploration et prise en charge thérapeutique.* L'ortho, 1-215.

OHALA, J. J. (1990). Respiratory Activity in Speech. In HARDCASLTE W. J. & MARCHAL A. (Éds.), *Speech Production and Speech Modelling*. Springer, 23-53.

OHALA, J. J., RIORDAN, C. J., & KAWASAKI, H. (1980). Investigation of Pulmonic Activity in Speech. *Investigation of Pulmonic Activity in Speech*, *5*, 89-95.

PALLAUD, B., & BERTRAND, R. (2020). Auto-interruptions et disfluences à l'oral. C'était euh tu vois complètement loufoque comme si ouais euh comme situation. In HIRSCH F., DIDIRKOVA I., & DODANE C. (Éds.), *Manuel de pausologie. Recueil de recherches sur la parole et le discours*. Paris : L'Harmattan, 21-47.

POOLE, K. A., THOMPSON, HALLINAN, H. M., & BEARDSMORE, C. S. (2000). Respiratory inductance plethysmography in healthy infants: A comparison of three calibration methods. *European Respiratory Journal*, *16*(6), 1084-1090.

ROCHET-CAPELLAN, A., & FUCHS, S. (2013). Changes in breathing while listening to read speech: The effect of reader and speech mode. *Frontiers in Psychology*, *4*, 906.

RStudio Team. (2021). *RStudio: Integrated Development for R* [Computer Software]. Version 1.4.1717. Boston, MA. Retrieved from http://www.rstudio.com/

RUSSELL, N. K., & STATHOPOULOS, E. (1988). Lung volume changes in children and adults during speech production. *Journal of Speech and Hearing Research*, *31*(2), 146-155.

SARR, M., PINTO, S., JANKOWSKI, L., TESTON, B., PURSON, A., GHIO, A., REGIS, J., PERAGUT, J.-C., & VIALLET, F. (2009). Contribution de la mesure de la pression intra-orale pour la compréhension des troubles de la coordination pneumophonique dans la dysarthrie parkinsonienne. *Revue Neurologique*, *165*(12), 1055-1061.

SHELTON, R. L., & BLANK, J. L. (1984). Oronasal fistulas, intraoral air pressure, and nasal air flow during speech. *The Cleft Palate Journal*, *21*(2), 91-99.

SKODDA, S. (2011). Aspects of speech rate and regularity in Parkinson's disease. *Journal of the Neurological Sciences*, *310*(1-2), 231-236.

SMITH, B. L. (1992). Relationships between duration and temporal variability in children's speech. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *91*(4), 2165-2174.

SOCK, R., OLLILA, L., DELATTRE, C., ZILLIOX, C., & ZOHAIR, L. (1988). Patrons de phases dans le cycle acoustique de détente en français. *Journal d'Acoustiqu*e, 1, 339-345.

SOCK, R. (1998). *Organisation temporelle en production de la parole. Emergence des catégories sensori-motrices phonétiques*. Thèse de doctorat d'État ès Sciences Humaines, Université Stendhal - Grenoble III.

SOCK, R., & VAXELAIRE, B. (2004). Le diable perceptif dans les détails sensori-moteurs anticipatoires. In SOCK R. & VAXELAIRE B. (Éds.), L'anticipation à l'horizon du Présent. Mardaga, 141-157.SOLOMON, N. P., & HIXON, T. J. (1993). Speech Breathing in Parkinson's disease. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *36*(2), 294-310.

SOLOMON, N. P. & CHARRON S. (1998). Speech Breathing in Able-Bodied Children and Children With Cerebral Palsy. *American Journal of Speech-Language Pathology*, *7*(2), 61-78.

STATHOPOULOS E. T. (1986). Relationship between Intraoral Air Pressure and Vocal Intensity in Children and Adults. Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 29(1), 71-74.

STATHOPOULOS, E. T. (1995). Variability revisited : An acoustic, aerodynamic, and respiratory kinematic comparison of children and adults during speech. *Journal of Phonetics*, *23*(1), 67-80.

STATHOPOULOS, E. T., & WEISMER, G. (1985). Oral Airflow and Air Pressure during Speech Production : A Comparative Study of Children, Youths and Adults. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, *37*(3-4), 152-159.

STETSON, R. H. (1951). *Motor phonetics. A study of speech movements in action*.

SUBTELNY, J. D., WORTH, J. H., & SAKUDA, M. (1966). Intraoral Pressure and Rate of Flow During Speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, *9*(4), 498-518.

TANGUY, N., VAN DAMME, T., DEGAND, L., & SIMON, A.-C. (2012). *Projet FRFC "Périphérie gauche des unités de discours"—Protocole de codage syntaxique*. Document de travail, 17.

THELEN, E. (1991). Motor aspects of emergent speech; a dynamic approach. In KRASNEGOR N. A., RUMBAUGH D. M., SCHIEFELBUSCH R. L, & STUDDERT-KENNEDY M. (Éds.), *Biological and behavioral determinants of Language development.* Hillsdale : Lawrence Erlbaum, 339-362.

TROST, J. E. (1981). Articulatory additions to the classical description of the speech of persons with cleft palate. *Cleft Palate J., 18*(3), 193-203.

TROUVAIN, J., & TRUONG, K. P. (2015). Prosodic characteristics of read speech before and after treadmill running. In: *Interspeech 2015*, Glasgow - Ecosse, 3700-2704.

TROUVAIN, J., WERNER, R., & MÖBIUS, B. (2020). An Acoustic Analysis of Inbreath Noises in Read and Spontaneous Speech. In *Speech Prosody 2020*, 789-793.

VAXELAIRE, B. (1996). La notion de contexte en phonétique : un aperçu. *Scolia (Sciences Cognitives, Linguistique et Intelligence Artificielle*), *6*, Publication de l'UMR du CNRS "LANDISCO" et de l'Université des Sciences Humaines de Strasbourg, 87-101.

VAXELAIRE, B. (2007a). La résistivité spatio-temporelle des gestes linguistiques ou comment perturber la linguistique en augmentant la vitesse d'élocution. In B. VAXELAIRE, R. SOCK, G. KLEIBER, & F. MARSAC, *Perturbation et réajustements : Langue et langage*. Université Marc Bloch, 179-199.

VAXELAIRE, B. (2007b). *Le geste et la production de la parole. Résultats et implications d'études quantitatives cinéradiographiques*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université Marc Bloch.

VEAU, V. E. (1931). *Division palatine : Anatomie, chirurgie, phonétique*. Masson.

WANG, Y.-T., GREEN, J. R., NIP, I. S. B., KENT, R. D., & KENT, J. F. (2010). Breath Group Analysis for Reading and Spontaneous Speech in Healthy Adults. Folia *Phoniatrica et Logopaedica, 62*(6), 297-302.

WARREN, D. W. (1986). Compensatory Speech Behaviors in Individuals with Cleft Palate : A Regulation/Control Phenomenon? *Cleft Palate Journal*, *23*(4), 251-260.

WARREN, D. W. (1987). Nasal emission of air and velopharyngeal function. *Cleft Palate J.*

WARREN, D. W. (1990). The relationship between nasal airway size and nasal-oral breathing in cleft lip and palate. *Cleft Palate J.*, *27*(1), 46-52.

WARREN, D. W., DALSTON, R. M., & DALSTON, E. T. (1990). Maintaining Speech Pressures in the Presence of Velopharyngeal Impairment. *Cleft Palate Journal*, *27*(1), 53-60.

WARREN, D. W., DALSTON, R. M., MORR, K. E., HAIRFIELD, W. M., & SMITH, L. R. (1989). The Speech Regulating System. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *32*(3), 566-575.

WARREN, D. W., DRAKE, A. F., & DAVIS, J. U. (1992). Nasal Airway in Breathing and Speech. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal, 29*(6), 511-519.

WARREN, D. W., & WOOD, M. T. (1969). Respiratory Volumes in Normal Speech : A Possible Reason for Intraoral Pressure Differences among Voiced and Voiceless Consonants. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 45(2), 466-469.

WARREN, D. W., DUANY, L. F., & FISCHER, N. D. (1969). Nasal pathway resistance in normal and cleft lip and palate subjects. *Cleft Palate J.*, *6*, 134-140.

WARREN, D. W., & MACKLER, S. B. (1968). Duration of Oral Port Constriction in Normal and Cleft Palate Speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, *11*(2), 391-401.

WARREN, D. W., & WOOD, M. T. (1969). Respiratory Volumes in Normal Speech : A Possible Reason for Intraoral Pressure Differences among Voiced and Voiceless Consonants. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *45*(2), 466-469.

WEISMER, G. (1984). Articulatory characteristics of Parkinsonian dysarthria : Segmental and phrase-level timing, spirantization, and glottal-supraglottal coordination. In M. McNEIL, J. ROSENBECK, & A. ARONSON (Éds.), *The dysarthrias : Physiology, acoustics, perception, management*, College-Hill Press, 101-130.

WERNER, R., FUCHS, S., TROUVAIN, J., & MÖBIUS, B. (2021). Inhalations in speech : Acoustic and physiological characteristics. In *Proc. Interspeech 2021*, Brno – République Tchèque, 3186-3190.

WERNER, R., TROUVAIN, J., FUCHS, S., & MÖBIUS, B. (2020). Exploring the presence and absence of inhalation noises when speaking and when listening. In: *Proc. 12th International Seminar on Speech Production (ISSP2020)*, 214-217.

WESTON, H. (2019). Proposal for a novel analysis of the organization of breath pauses, silent pauses and speech intervals in spontaneous speech. In: *SEFOS 2019 - Breathing, Pausing, and Voice*, *41-43*.

WHALEN, D. H., & KINSELLA-SHAW, J. M. (1997). Exploring the Relationship of Inspiration Duration to Utterance Duration. *Phonetica*, *54*(3-4), 138-152.

WINKWORTH, A. L., DAVIS P. J., ADAMS R. D., & ELLIS E. (1995). Breathing Patterns during Spontaneous Speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *38*(1), 124-144.

WINKWORTH, A. L., DAVIS, P. J., ELLIS, E., & ADAMS, R. D. (1994). Variability and Consistency in Speech Breathing During Reading. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *37*(3), 535-556.

WOISARD, V., NOIRRIT-ESCLASSAN, E., VANDREBECK, V., AL HAWAT, A., GALINIER, P., & LAUWERS, F. (2013). Impact of obturation of palatal fistulae on speech quality and aerodynamic parameters in patients with cleft palates. *Folia Phoniatrica et Logopaedica: Official Organ of the International Association of Logopedics and Phoniatrics (IALP)*, *65*(4), 171-177.

Liste des tableaux

Tableau 1. Classification de la phonation proposée par Borel-Maisonny (1975) 61

Tableau 2. Pourcentage de cas de phonation correct en fonction de la taille de la fistule (Copeland, 1990), d'après Montoya y Martinez et Baylon-Campillo (1996) 62

Tableau 3. Locuteurs de contrôle retenus pour notre étude 74

Tableau 4. Locuteurs porteurs de fente palatine retenus pour l'étude 76

Tableau 5. Locuteurs témoins retenus pour cette expérience 91

Tableau 6. Locuteurs porteurs de fente palatine retenus pour cette expérience, en fonction du type de fente 92

Tableau 7. Valeurs moyennes et médianes de l'amplitude inspiratoire des locuteurs témoins et porteurs de fente (FLP) selon la tâche de parole. Les écarts-types sont précisés entre parenthèses. 162

Tableau 8. Valeurs moyennes et médianes de l'amplitude inspiratoire, exprimées en %MD, des locuteurs porteurs de fente et témoins selon la localisation syntaxique, en parole lue et semi-spontanée. Les écart-types sont précisés entre parenthèses. 169

Tableau 9. Valeurs moyennes et médianes de la durée de l'inspiration des locuteurs de contrôle et porteurs de fente palatine (FLP). Les écarts-types sont indiqués entre parenthèses. 169

Tableau 10. Valeurs moyennes et médianes de la durée de l'inspiration selon le groupe de locuteurs, la tâche de parole et la localisation syntaxique. Les écart-types, pour les moyennes, et les variances, pour les médianes, sont indiqués entre parenthèses. 173

Tableau 11. Valeurs moyennes et médianes de l'amplitude expiratoire selon le groupe de locuteurs, en parole lue et semi-spontanée. Les écarts-types (σ) sont rapportés entre parenthèses. 181

Tableau 12. Valeurs médianes de l'amplitude expiratoire, LVI et LVT par rapport au REL selon le groupe de locuteur et selon la tâche de parole 183

Tableau 13. Valeurs moyennes et médianes de la durée du groupe de souffle selon le groupe de locuteurs, en parole lue et semi-spontanée. Les écarts-types apparaissent entre parenthèses. 185

Tableau 14. Valeurs moyennes et médianes du nombre de syllabes par groupe de souffle selon les locuteurs et la tâche de parole. 188

Tableau 15. Coefficients de corrélation entre la variable d'amplitude expiratoire et les variables de groupes de souffle 192
Tableau 16. Valeurs moyennes et médianes des pauses respiratoires et non respiratoires des locuteurs témoins et avec fentes palatines en parole lue et semi-spontanée 200
Tableau 17. Valeurs moyennes et écart-types de la durée des pauses respiratoires et non respiratoires selon le groupe de locuteurs, la tâche de parole et la localisation syntaxique 202
Tableau 18. Tableau récapitulatif des valeurs moyennes et médianes de la vitesse d'élocution et de la vitesse d'articulation, exprimées en syllabes par seconde, selon le groupe de locuteurs, en parole lue et semi-spontanée 209
Tableau 19. Dépense expiratoire par cycle consonantique selon le voisement de la consonne cible 296
Tableau 20. Dépense expiratoire par cycle consonantique selon le mode articulatoire de la consonne cible 296
Tableau 21. Amplitude expiratoire par cycle consonantique (%MD), selon le voisement et selon l'atteinte du voile du palais) 296
Tableau 22. Amplitude expiratoire lors de la production d'un cycle consonantique (%MD) selon l'efficacité de la fermeture vélo-pharyngée 297
Tableau 23. Valeurs de l'amplitude expiratoire (%MD) du groupe de souffle chez les locuteurs témoins et porteurs de fentes palatines 297
Tableau 24. Dépense expiratoire par groupe de souffle selon le voisement de la consonne cible 297
Tableau 25. Dépense expiratoire par groupe de souffle selon le mode articulatoire de la consonne cible 298
Tableau 26. Amplitude expiratoire du groupe de souffle (%MD) selon le mode articulatoire et le voisement de la consonne cible, chez les locuteurs porteurs de fentes palatines et témoins 298
Tableau 27. Durée du groupe de souffle selon le voisement de la consonne cible 298
Tableau 28. Durée du groupe de souffle selon le mode articulatoire de la consonne cible 298
Tableau 29. Amplitude inspiratoire précédant la phrase porteuse selon le voisement de la consonne cible 299
Tableau 30. Amplitude inspiratoire précédant la phrase porteuse selon le mode articulatoire de la consonne cible 299

Tableau 31. Amplitude inspiratoire (%MD) selon le mode articulatoire et le voisement chez les locuteurs témoins et porteurs de fentes palatines 299
Tableau 32. Valeurs moyennes et médianes de l'amplitude inspiratoire (%MD) selon l'atteinte du voile du palais, le mode articulatoire de la consonne cible et son voisement. Les écarts-types sont indiqués entre parenthèses. 300
Tableau 33. Ratio du nombre d'inspirations et de micro-inspirations selon la localisation syntaxique, en parole lue et semi-spontanée, chez les locuteurs porteurs de fentes et témoins. 301
Tableau 34. Résultats de l'analyse de variance mixte selon le type de fentes 301
Tableau 35. Résultats de l'analyse de variance mixte mesurant l'effet de la déperdition nasale sur les différentes variables respiratoires et temporelles 303
Tableau 36. Valeurs médianes et moyennes de l'amplitude inspiratoire selon l'atteinte du voile du palais. Les écarts-types sont présentés entre parenthèses. 304
Tableau 37. Valeurs médianes et moyennes de la durée de l'inspiration selon l'atteinte du voile du palais. Les écarts-types sont présentés entre parenthèses. 304
Tableau 38. Valeurs moyennes et médianes de la durée des pauses respiratoires selon l'atteinte du voile du palais. Les écarts-types sont précisés entre parenthèses. 305
Tableau 39. Valeurs moyennes et médianes de l'amplitude expiratoire selon l'atteinte du voile du palais. Les écarts-types sont précisés entre parenthèses. 305
Tableau 40. Valeurs moyennes et médianes de groupe de souffle selon l'atteinte du voile du palais. Les écarts-types sont précisés entre parenthèses. 305
Tableau 41. Valeurs moyennes et médianes de la vitesse d'élocution selon l'atteinte du voile du palais. Les écarts-types sont précisés entre parenthèses. 306
Tableau 42. Valeurs moyennes et médianes de la vitesse d'articulation selon l'atteinte du voile du palais. Les écarts-types sont précisés entre parenthèses. 306

Liste des figures

Figure 1. Représentation des domaines de l'hypo et hyper speech, en fonction des informations contextuelles et des informations du signal, selon la Théorie de la Variabilité Adaptative (adaptée de Lindblom, 1987 et Bechet, 2011) 18

Figure 2. Les effets de la paroi thoracique sur le diaphragme et la cage thoracique (d'après Ferrand, 2016) 27

Figure 3. Représentations graphiques des signaux acoustique (1er canal), thoracique (2ème canal) et abdominal (3ème canal) en fonction du temps, à partir du logiciel MatLab 82

Figure 4. Représentation des phases d'inspiration (In), d'expiration (Ex) et des cycles respiratoires en fonction du temps 85

Figure 5. Représentation graphique des cycles inspiratoires (In) et expiratoires (Ex) avec annotation du volume pulmonaire initial estimé (LVI) et terminal estimé (LVT), ainsi que l'illustration des amplitudes inspiratoires et expiratoires 87

Figure 6. Segmentation du cycle consonantique occlusif non voisé [t] et annotation des évènements articulatori-acoustiques qui lui sont spécifiques à l'aide du logiciel Praat 97

Figure 7. Segmentation du cycle consonantique voisé [ʔ] et annotation des évènements articulatori-acoustiques caractéristiques à l'aide du logiciel Praat 98

Figure 8. Illustration de la segmentation de la consonne fricative non voisée [s] et de ses caractéristiques articulatori-acoustiques, au sein d'un cycle consonantique 99

Figure 9. Durées absolues (à gauche) et relatives (à droite) des phases de la séquence [api] selon le groupe de locuteurs 103

Figure 10. Durées absolues (à gauche) et relatives (à droite) des phases de la séquence [api] chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins 104

Figure 11. Durées absolues (à gauche) et relatives (à droite) des phases constituant la séquence [atu] pour les locuteurs témoins et porteurs de fente palatine 105

Figure 12. Durées absolues (à gauche) et relatives (à droite) des phases de la séquence [ika] chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins 105

Figure 13. Durées absolues (à gauche) et relatives (à droite) des phases de la séquence [abi] chez les locuteurs porteurs de fente palatine et les locuteurs témoins 106

Figure 14. Durées absolues (à gauche) et relatives (à droite) des phases de la séquence [adu] selon le groupe de locuteurs 107
Figure 15. Valeurs absolues (à gauche) et relatives (à droite) de la durée des phases de la séquence [iga] selon le groupe de locuteurs 107
Figure 16. Valeurs absolues (à gauche) et relatives (à droite) de la durée des phases de la séquence [aʃa], chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins 108
Figure 17. Valeurs absolues (à gauche) et relatives (à droite) de la durée des phases de la séquence [asa] selon le groupe de locuteurs 108
Figure 18. Valeurs absolues (à gauche) et relatives (à droite) des phases de la séquence [iʃu], selon le groupe de locuteurs 109
Figure 19. Valeurs absolues (à gauche) et relatives (à droites) de la durée des phases de la séquence [uʃa] selon le groupe de locuteurs 109
Figure 20. Amplitude expiratoire (%MD) durant la réalisation de cycles consonantiques voisés et non voisés par les locuteurs témoins et ceux porteurs de fente palatine 110
Figure 21. Amplitude expiratoire par cycle consonantique (%MD), selon le voisement et selon l'atteinte du voile du palais 112
Figure 22. Amplitude expiratoire (en %MD) lors de la réalisation de cycles consonantiques fricatifs et occlusifs, selon le groupe de locuteurs 113
Figure 23. Distribution des valeurs de l'amplitude expiratoire par cycle consonantique (%MD) selon le mode articulatoire et le voisement, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins 115
Figure 24. Amplitude expiratoire lors de la production d'un cycle consonantique (%MD) selon l'efficacité de la fermeture vélo-pharyngée 116
Figure 25. Durées moyennes des consonnes (en seconde) selon leur mode articulatoire et leur voisement, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins 118
Figure 26. Durées relatives des consonnes (en %) selon leur mode articulatoire et leur voisement, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins 118
Figure 27. L'amplitude expiratoire durant le cycle consonantique (%MD) en fonction de la durée de la consonne cible chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins 119

Figure 28. Valeurs absolues de la durée des cycles consonantiques VVT-VVT selon le mode articulatoire et le voisement de la consonne cible, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins 121
Figure 29. Valeurs relatives de la durée du cycle consonantique (en %) suivant le mode articulatoire et le voisement de la consonne cible, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins 122
Figure 30. Amplitude expiratoire durant le cycle consonantique (%MD) en fonction de sa durée, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins 123
Figure 31. Valeurs de l'amplitude expiratoire (%MD) du groupe de souffle chez les locuteurs témoins et porteurs de fente palatine 125
Figure 32. Amplitude expiratoire du groupe de souffle (%MD) selon le mode articulatoire et le voisement de la consonne cible, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins 126
Figure 33. Amplitude expiratoire par groupe de souffle (%MD) selon le voisement et le mode articulatoire d la consonne cible, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et témoins 127
Figure 34. Amplitude expiratoire (%MD) en fonction du nombre de consonnes non voisées par groupe de souffle, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et les locuteurs témoins 129
Figure 35. Amplitude expiratoire (%MD) en fonction du nombre de syllabes par groupe de souffle, chez les locuteurs porteurs de fente palatine et les locuteurs témoins 130
Figure 36. Amplitude inspiratoire (%MD) selon le mode articulatoire et le voisement chez les locuteurs témoins et porteurs de fente palatine 132
Figure 37. Amplitude inspiratoire selon le mode articulatoire et le voisement de la consonne cible, selon l'atteinte du voile du palais 134
Figure 38. Amplitude inspiratoire médiane (%MD) en fonction du nombre de consonnes non voisées par groupe de souffle 135
Figure 39. Amplitude inspiratoire (%MD) selon le nombre de syllabes par groupe de souffle, selon les locuteurs témoins et porteurs de fente palatine 137
Figure 40. Niveau de fluence exprimé en mots correctement lus par minute (MCLM) des locuteurs porteurs de fente palatine (FLP) et témoins 150
Figure 41. Illustration des pauses respiratoires (PR) et non respiratoires (PnR) sur les signaux respiratoires et acoustique à partir du logiciel Matlab 152

Figure 42. Segmentation et annotation des pauses respiratoires (+PR) et non respiratoires (+PnR) à partir du logiciel Praat 153
Figure 43. Amplitude du mouvement inspiratoire, exprimée en %MD, des locuteurs témoins et porteurs de fente palatine (FLP) en parole lue (à gauche) et en parole semi-spontanée (à droite) 163
Figure 44. Répartition des valeurs de l'amplitude inspiratoire des locuteurs porteurs de fente (FLP) et témoins selon la localisation syntaxique, en parole lue (à gauche) et semi-spontanée (à droite) 166
Figure 45. Durée de l'inspiration (en seconde) selon la tâche de parole et selon le groupe de locuteurs 170
Figure 46. Durée de l'inspiration selon la localisation syntaxique en parole lue (gauche) et semi-spontanée (droite) pour les locuteurs témoins et ceux porteurs de fente palatine (FLP) 171
Figure 47. Représentation de l'amplitude de l'inspiration en fonction de sa durée (r= 0,447) 174
Figure 48. Fréquence d'inspiration par minute selon le groupe de locuteurs, en parole lue et semi-spontanée 175
Figure 49. Ratio des inspirations et micro-inspirations chez les locuteurs témoins et porteurs de fente palatine (FLP), en parole lue (à gauche) et semi-spontanée (à droite) 176
Figure 50. Distribution syntaxique des micro-inspirations selon le groupe de locuteurs, en parole lue et semi-spontanée 177
Figure 51. Distribution des valeurs de l'amplitude expiratoire (en %MD) chez les locuteurs porteurs de fente palatine (FLP) et locuteurs témoins selon la tâche de parole 179
Figure 52. Représentation des volumes pulmonaires initiaux et terminaux médiaux par rapport au REL (respiratory end-expiratory level), exprimés en %MD, selon la tâche de parole, et pour les locuteurs porteurs de fente palatine (à gauche) et les locuteurs témoin (à droite) 182
Figure 53. Durée des groupes de souffle selon le groupe de locuteurs et selon la tâche de parole .. 184
Figure 54. Nombre de syllabes par groupe de souffle chez les enfants porteurs de fente palatine et les locuteurs témoins selon la tâche de parole 187
Figure 55. Corrélation entre la durée du groupe de souffle et le nombre de syllabes (r = 0,852) 189

Figure 56. Comparaison des valeurs moyennes de l'amplitude expiratoire (%MD), de la durée du groupe de souffle (sec), du nombre de syllabes et de l'intensité (dB) par groupe de souffle, des locuteurs témoins et porteurs de fente palatine 190
Figure 57. Graphe de corrélation entre l'amplitude expiratoire et la durée du groupe de souffle (à gauche), et le nombre de syllabes par groupe (à droite) 192
Figure 58. Ratio des pauses respiratoires (PR) et non respiratoires (PnR) selon le groupe de locuteurs en parole lue et en parole semi-spontanée 193
Figure 59. Ratio des pauses respiratoires (PR) et non respiratoires (PnR) selon la localisation syntaxique et le groupe de locuteurs en parole lue (à gauche) et semi-spontanée (à droite) 194
Figure 60. Distribution des pauses intra-séquences respiratoires (PR) et non respiratoires (PnR) en parole lue et semi-spontanée chez les locuteurs porteurs de fente palatine 196
Figure 61. Distribution des pauses intra-séquences respiratoires (PR) et non respiratoires (PnR) chez les locuteurs témoins 197
Figure 62. Valeurs de la durée des pauses respiratoires et non respiratoires selon le groupe de locuteurs et la tâche de parole 198
Figure 63. Répartition des valeurs de la durée des pauses respiratoires et non respiratoires selon le groupe de locuteurs, la tâche de parole et la localisation syntaxique 200
Figure 64. Illustration de pauses respiratoires et d'une pause non respiratoire caractérisée par la diminution de la courbe respiratoire 203
Figure 65. Illustration d'une pause non respiratoire (PnR) et de la stabilité relative de la courbe respiratoire tout au long de sa réalisation 204
Figure 66. Valeurs moyennes de la vitesse d'élocution (en syllabes par seconde) des locuteurs témoins et porteurs de fente palatine selon la tâche de parole 206
Figure 67. Valeurs moyennes de la vitesse d'articulation (syll/sec) des locuteurs témoins et porteurs de fente palatine, selon la condition de parole 207
Figure 68. Pourcentage du temps de pauses par rapport au temps de parole, chez les locuteurs témoins et pathologiques (FLP) en parole lue et semi-spontanée 209
Figure 69. Amplitude inspiratoire (%MD) selon le type de déperdition nasale, en parole lue et semi-spontanée 213

Figure 70. Durée de l'inspiration (sec) selon le type de déperdition nasale, en parole lue et en parole semi-spontanée 214
Figure 71. Amplitude expiratoire (%MD) selon la déperdition nasale, en parole lue et semi-spontanée 216
Figure 72. Durée des groupes de souffle (sec) selon le type de déperdition en parole lue et semi-spontanée 217
Figure 73.Valeurs de la vitesse d'élocution (syll/sec) selon le groupe de locuteurs, en parole lue et semi-spontanée 218
Figure 74. Valeurs de la vitesse d'articulation (syll/sec) selon le groupe de locuteurs, en parole lue et semi-spontanée 220
Figure 75. Réalisation d'une occlusive [p] par un locuteur porteur de fente palatine 292
Figure 76. Réalisation de l'occlusive voisée [b] par le même locuteur 293

Liste des annexes

Annexe 1 Notice d'information adressées aux parents des participants 278

Annexe 2 Formulaires de consentement éclairé 280

Annexe 3 Modèle de la fiche d'informations du participant 282

Annexe 4 Modèle de la table de correspondance utilisée pour l'anonymisation des données 283

Annexe 5 Fiche d'information COVID-19 284

Annexe 6 Corpus de phrases porteuses contenant les séquences VCV et VCCV 285

Annexe 7 Stimuli imagés utilisés dans l'expérience 1 290

Annexe 8 Troubles de la production des occlusives chez un locuteur porteur de fente (22766) 292

Annexe 9 Transcriptions syntaxiques en parole lue et semi-spontanée 294

Annexe 10 Résultats de l'expérience 1 296

Annexe 11 Résultats de l'expérience 2 301

Annexes

Annexe 1 Notice d'information adressées aux parents des participants

Parents d'élèves

Laboratoire
Linguistique, **Langues** et **Parole** | LILPA | EA 1339
Université de Strasbourg

ips
Institut de Phonétique de Strasbourg

ÉTUDE DE LA RESPIRATION EN PRODUCTION DE LA PAROLE
CHEZ LES ENFANTS
NOTICE D'INFORMATION

Madame, Monsieur,

Dans le cadre d'une étude portant sur la respiration en production de la parole chez l'enfants, nous sollicitons la participation d'enfants âgés de 7 à 12 ans, ne présentant aucun trouble d'élocution. À travers cette étude, nous souhaitons comprendre le fonctionnement du système respiratoire en parole chez l'enfant et plus particulièrement la respiration chez des enfants présentant une fente du palais.

En effet, ces malformations peuvent causer une fuite d'air vers le nez, entraînant des difficultés pour produire certains sons de la parole tels que les consonnes. Nous nous intéressons à la façon dont les enfants adaptent leur respiration pour compenser cette perte d'air. Cela pourrait nécessiter des prises de souffle plus nombreuses dont la localisation ne respecterait pas toujours les contraintes grammaticales imposées par la langue, pouvant ainsi modifier le sens des phrases.

La comparaison des données respiratoires entre des enfants porteurs de malformations palatines et d'enfants dits « témoins » nous permettra d'examiner la manière dont le système respiratoire d'adapte aux malformations du palais pour produire la parole.

Les données seront recueillies au cours d'une session d'enregistrement d'environ 30 minutes.

Le participant sera enregistré à l'aide d'un enregistreur audio durant la réalisation de plusieurs tâches de parole. Les données respiratoires seront mesurées à partir de ceintures respiratoires placées sur le thorax et l'abdomen. Cette méthode d'acquisition est non-invasive, elle ne présente aucun inconvénient pour le participant.

La session d'enregistrement comprend trois tâches de parole. Tout d'abord, le participant devra lire à haute voix quelques phrases qui lui seront présentées. Ensuite, nous proposons un exercice consistant à produire un « a » le plus longtemps possible. Cet exercice sera répété deux fois normalement, puis, deux fois en se bouchant le nez. Enfin, il s'agira de décrire une image ou une bande dessinée sans texte.

La participation de l'enfant sera anonyme. Les données recueillies au cours de ces enregistrements seront traitées de manière confidentielle. Seuls les responsables de l'étude y auront accès. Ces données ne seront exploitées que dans le cadre strict de cette étude.

La participation à cette étude est volontaire. Le participant peut décider à tout moment d'interrompre l'expérimentation sans avoir à donner de justification.

Les membres du projet se tiennent à votre disposition pour répondre à vos questions au sujet de la recherche. Vous pouvez les joindre à l'adresse suivante : dcharuau@unistra.fr

Si les responsables légaux de l'enfant acceptent sa participation à ce programme, ils seront invités à remplir le formulaire de consentement que nous vous ferons parvenir. S'il est d'accord, l'enfant devra également remplir un formulaire de consentement (« consentement pour l'enfant »).

Nous vous remercions de votre coopération.

Responsable scientifique du projet :	Béatrice Vaxelaire, professeur HDR vaxelair@unistra.fr 03.68.85.65.69
Conductrice du projet :	Delphine Charuau, doctorante dcharuau@unistra.fr 03.68.85.65.86

Parents des patients du CHU de Hautepierre

Laboratoire
Linguistique, **Langues** et **Parole** | LILPA | EA 1339
Université de Strasbourg

ips
Institut de Phonétique de Strasbourg

ÉTUDE DE LA RESPIRATION EN PRODUCTION DE LA PAROLE
CHEZ LES ENFANTS PORTEURS DE FENTES LABIO-PALATINES
NOTICE D'INFORMATION À L'ATTENTION DES PARENTS

Madame, Monsieur,

Nous vous sollicitons pour la participation de votre enfant dans le cadre d'une étude portant sur la respiration et de la parole chez les enfants porteurs de fentes labio-palatines. Il s'agit de comprendre le fonctionnement du système respiratoire durant la production de la parole et son adaptation aux malformations du palais.

En effet, ces malformations peuvent causer une fuite d'air vers le nez, entraînant des difficultés pour produire certains sons de la parole tels que les consonnes. Nous nous intéressons à la façon dont les enfants adaptent leur respiration pour compenser cette perte d'air. Cela pourrait nécessiter des prises de souffle plus nombreuses pouvant ainsi modifier le sens des phrases.

Les données seront recueillies au cours d'une session d'enregistrement d'environ 30 minutes. Celle-ci se déroulera au service de Chirurgie Infantile de Hautepierre, dans la continuité des consultations pluridisciplinaires.
Le participant sera enregistré à l'aide d'un enregistreur audio durant la réalisation de plusieurs tâches de parole. Les données respiratoires seront mesurées à partir de ceintures respiratoires placées sur le thorax et l'abdomen et cela sans gêne ni douleur. Cette méthode d'acquisition est non-invasive, elle ne présente aucun inconvénient pour l'enfant.

La session d'enregistrement comprend trois tâches de parole. Tout d'abord, l'enfant devra lire à haute voix quelques phrases qui lui seront présentées. Ensuite, nous proposons un exercice consistant à produire un « a » le plus longtemps possible. Cet exercice sera répété cinq fois normalement, puis, cinq fois en se bouchant le nez. Enfin, il s'agira de décrire une image ou une bande dessinée sans texte.

La participation de votre enfant est anonyme. Les données recueillies au cours de ces enregistrements seront traitées de manière confidentielle. Seuls les responsables de l'étude y auront accès. Ces données ne seront exploitées que dans le cadre strict de cette étude. Les résultats pourraient être présentés à la communauté scientifique dans le cadre de manifestations scientifiques ou de publications, dans le respect de l'anonymat des participants.

La participation à cette étude est volontaire. Vous pouvez décider à tout moment d'interrompre votre participation à l'étude sans avoir à donner de justification.

Les membres du projet se tiennent à votre disposition pour répondre à vos questions au sujet de la recherche.

Si vous acceptez la participation de votre enfant à ce programme, nous vous invitons à remplir le formulaire de consentement du parent pour l'enfant ci-joint. S'il est d'accord, votre enfant devra également remplir une version simplifiée de ce formulaire (« consentement pour l'enfant »).

Nous vous remercions de votre coopération.

Responsable scientifique du projet :	Béatrice Vaxelaire, professeur HDR vaxelair@unistra.fr, 03.68.85.65.69
Conductrice du projet :	Delphine Charuau, doctorante dcharuau@unistra.fr, 03.68.85.65.86

Annexe 2 Formulaires de consentement éclairé

Formulaire de consentement éclairé des parents

Formulaire de consentement éclairé du parent

Delphine Charuau
dcharuau@unistra.fr
03.68.85.65.86

Béatrice Vaxelaire
vaxelair@unsitra.fr
03.68.85.65.69

E.R. Parole et Cognition
U.R.1339 Linguistique, Langues, Parole LiLPa

Laboratoire
Linguistique, Langues et Parole
LILPA | EA 1339
Université de Strasbourg

Institut de Phonétique de Strasbourg
22 rue René Descartes
67084 Strasbourg

ips
Institut de Phonétique de Strasbourg

Université de Strasbourg

Université
de Strasbourg

ACCORD POUR QUE L'ENFANT PARTICIPE À L'ÉTUDE

Je soussigné(e) _____,

☐ Autorise

☐ N'autorise pas

Mon enfant _____ à participer librement et volontairement à l'étude nommée « étude de la corrélation entre l'organisation des patterns respiratoires et la production de la parole chez des enfants porteurs de fentes labio-palatines » menée par Delphine Charuau, dans le cadre de sa thèse de doctorat, sous la direction de Béatrice Vaxelaire.

J'ai été informé des modalités et du déroulement de l'étude. Afin d'éclaircir ma décision, j'ai reçu et compris les informations suivantes :

- Mon enfant pourra arrêter l'étude à tout moment et sans justification
- Les données resteront anonymes et aucune information ne sera donnée sur l'identité de mon enfant
- Je donne mon accord pour que les données soient utilisées à des fins scientifiques, étant entendu que ces données resteront anonymes.
- Je pourrai prendre connaissance des résultats de l'étude dans sa globalité lorsqu'elle sera terminée

J'ai également la possibilité de poser des questions relatives à l'étude en adressant un mail à Delphine Charuau (dcharuau@unistra.fr) ou à Béatrice Vaxelaire (vaxelair@unistra.fr).

Date et signature des parents : Date et signature de l'investigateur :

Formulaire en deux exemplaires

Formulaire de consentement éclairé de l'enfant

Formulaire de consentement éclairé de l'enfant

Delphine Charuau
dcharuau@unistra.fr
03.68.85.65.86

Béatrice Vaxelaire
vaxelair@unsitra.fr
03.68.85.65.69

E.R. Parole et Cognition
U.R.1339 Linguistique, Langues, Parole LiLPa

Laboratoire
Linguistique, Langues et Parole
LILPA | EA 1339
Université de Strasbourg

Institut de Phonétique de Strasbourg
22 rue René Descartes
67084 Strasbourg

ips
Institut de Phonétique de Strasbourg

Université de Strasbourg

Université
de Strasbourg

ACCORD À PARTICIPER À L'ÉTUDE

D'après les informations qu'on m'a données, je veux bien participer librement et volontairement à l'étude sur « la corrélation entre les patterns respiratoires et la production de la parole chez des enfants porteurs de fentes labio-palatines » et je veux bien que mes résultats soient utilisés pour les études scientifiques. Je sais que personne ne connaîtra mes résultats et qu'aucune information ne sera donnée sur moi.

☐ Oui, j'accepte

☐ Non, je refuse

Fait le :

Nom et prénom :

Formulaire en deux exemplaires

Annexe 3 Modèle de la fiche d'informations du participant

Delphine Charuau
dcharuau@unistra.fr
03.68.85.65.86

E.R. Parole et cognition
U.R. 1339 Linguistique, Langues, Parole LiLPa

Laboratoire Linguistique, Langues et Parole
LILPA | EA 1339
Université de Strasbourg

Institut de Phonétique de Strasbourg
22 rue René Descartes
67084 Strasbourg

ips
Institut de Phonétique de Strasbourg

Université de Strasbourg

Université de Strasbourg

Fiche d'informations du participant

N° d'enregistrement : .....

Locuteur : ☐ Témoin ☐ Avec FLP

Sexe : ☐ Masculin ☐ Féminin

Âge : .....

Langue première : .....

Pratique d'un instrument à vent : ☐ Oui ☐ Non

Pratique sportive : ☐ Oui ☐ Non

Précisions : .....

Prise en charge orthophonique : ☐ Oui ☐ Non

Précisions : .....

Type de fente :

☐ Unilatérale ☐ Bilatérale ☐ Totale

Description de la fente :

.....

.....

.....

Insuffisance vélo-pharyngée : ☐ Oui ☐ Non

Fistules bucco-nasales : ☐ Oui ☐ Non

Déperdition nasale : ☐ Légère ☐ Intermittente ☐ Constante

Rhinolalie : ☐ Légère ☐ Moyenne ☐ Importante

Timbre : ☐ Normal ☐ Nasonnement

Annexe 4 Modèle de la table de correspondance utilisée pour l'anonymisation des données

Tableau de correspondance : processus d'anonymisation

N° enregistrement	Prénom	Sexe	Âge	Groupe	Date	Responsable passation	Chargé d'anonymisation	Numéro d'anonymat

.

Annexe 5 Fiche d'information COVID-19

Adapter notre recherche à la Covid-19

Afin de poursuivre notre étude tout en garantissant la sécurité des participants, nous nous sommes adaptés aux consignes mises en place à la suite de la pandémie de la Covid-19.

Nous avons élaboré un protocole permettant d'éviter toute contamination, d'une part, entre la personne responsable des enregistrements et les participants, et d'autre part, par l'intermédiaire du matériel.

Déroulement des enregistrements :

- Le microphone et les ceintures respiratoires seront équipés de protections imperméables et jetables (le microphone sera recouvert d'une housse et les ceintures respiratoires d'un tablier). Ces protections seront changées entre chaque participant ;
- Tout élément non protégé (pied de micro, pupitre, supports) sera désinfecté entre chaque participant ;
- Les supports de lecture et d'images seront plastifiés afin de faciliter leur désinfection ;
- Du gel hydroalcoolique et des gants seront mis à disposition pour permettre la manipulation du matériel (mise en place des ceintures respiratoires, réglage du micro) en toute sécurité ;
- Le port du masque est obligatoire pour toute personne présente, notamment lors de la manipulation du matériel de mesure. Le participant pourra retirer son masque lors de la session d'enregistrement.

Annexe 6 Corpus de phrases porteuses contenant les séquences VCV et VCCV

Corpus 1 : VCV

Contexte a_v2

Phrases porteuses	*Transcription phonétique*	*Séquences cibles*	*Séquences*
La partie	[selapaʁtisa]	[apa]	[ap_]
La poule	[selapulsa]	[apu]	
La piste	[selapistesa]	[api]	
La basse	[selabassa]	[aba]	[ab_]
La bouche	[selabuʃsa]	[abu]	
La bise	[selabizsa]	[abi]	
La table	[selatablsa]	[ata]	[at_]
La tour	[selatuʁsa]	[atu]	
La tige	[selatiʒ]	[ati]	
La dame	[seladam]	[ada]	[ad_]
La douche	[seladuʃsa]	[adu]	
L'addition	[seladisjɔ̃]	[adi]	
La cape	[selakapsa]	[aka]	[ak_]
La couronne	[selakuʁɔnsa]	[aku]	
La quiche	[selakiʃsa]	[aki]	
La gare	[selagaʁsa]	[aga]	[ag_]
La goutte	[selagutsa]	[agu]	
La guitare	[selagitaʁsa]	[agi]	
La savane	[selasavansa]	[asa]	[as_]
La souris	[selasuʁisa]	[asu]	
La citerne	[selasitɛʁnsa]	[asi]	
La chasse	[selaʃasa]	[aʃa]	[aʃ_]
La choucroute	[selaʃukʁutsa]	[aʃu]	
La chimie	[selaʃimisa]	[aʃi]	

Contexte [i_v2]

Phrases porteuses	*Transcription phonétique*	*Séquences cibles*	*Séquences*
C’est le hippie ça	[seləipisa]	[ipi]	[ip_]
C’est le riz poudré ça	[seləʁipudʁesa]	[ipu]	
C’est le lit passé ça	[seləlipasesa]	[ipa]	
C’est l’ibis ça	[selibisa]	[ibi]	[ib_]
C’est le hiboux ça	[seləibusa]	[ibu]	
C’est le lit bas ça	[seləlibasa]	[iba]	
C’est l’itinéraire ça	[selitineʁɛʁsa]	[iti]	[it_]
C’est le lit tourné ça	[seləlituʁnesa]	[itu]	
C’est l’Italie ça	[selitalisa]	[ita]	
C’est l’idylle ça	[selidilsa]	[idi]	[id_]
C’est le lit double ça	[seləlidublsa]	[idu]	
C’est le joli dalmatien ça	[seləʒolidalmasjɛ̃]	[ida]	
C’est la jolie quille ça	[selaʒolikijsa]	[iki]	[ik_]
C’est le lit couvert ça	[seləlikuvɛʁsa]	[iku]	
C’est lit carré ça	[seləlikaʁesa]	[ika]	
C’est le petit guide ça	[seləpətigidsa]	[igi]	[ig_]
C’est le petit goûté ça	[seləpətigutesa]	[igu]	
C’est le petit gâteau ça	[seləpətigatosa]	[iga]	
C’est le lit ciré ça	[seləlisiʁesa]	[isi]	[is_]
C’est le riz salé ça	[seləʁisalesa]	[isa]	
C’est le lit soudé ça	[seləlisudesa]	[isu]	
C’est le petit chiffre ça	[seləpətiʃifʁsa]	[iʃi]	[iʃ_]
C’est le petit chou ça	[seləpətiʃusa]	[iʃu]	
C’est le riz chargé ça	[seləʁiʃaʁʒesa]	[iʃa]	

Contexte [u_v2]

Phrases porteuses	*Transcription phonétique*	*Séquences cibles*	*Séquences*
C’est la roue poussée ça	[selaʁupusesa]	[upu]	[up_]
C’est le loup pâle ça	[seləlupalsa]	[upa]	
C’est la toupie ça	[selatupisa]	[upi]	
C’est roue boueuse ça	[selaʁubuøzsa]	[ubu]	[ub]
C’est la roue barrée	[selaʁubaʁesa]	[uba]	

C’est le toubib ça	[selətubibsa]	[ubi]	
C’est le loup touché ça	[seləlutuʃesa]	[utu]	[ut_]
C’est le loup taché ça	[seləlutaʃesa]	[uta]	
C’est l’outil ça	[selutisa]	[uti]	
C’est le loup doux ça	[seləludusa]	[udu]	[ud_]
C’est le gouda ça	[seləgudasa]	[uda]	
C’est le loup distant	[seləludistɑ̃sa]	[udi]	
C’est le loup coulé ça	[seləlukulesa]	[uku]	[uk_]
C’est le doux carré ça	[seləɖukaʁesa]	[uka]	
C’est le loup quitté ça	[seləlukitesa]	[uki]	
C’est le loup gourmand ça	[seləlugʊʁmɑ̃sa]	[ugu]	[ug_]
C’est le loup-garou ça	[seləlugaʁusa]	[uga]	
C’est la roue guidée ça	[selaʁugidesa]	[ugi]	
C’est le loup sourd ça	[seləlusuʁsa]	[usu]	[us_]
C’est le tout salé ça	[selətusalesa]	[usa]	
C’est le doux sirop ça	[seləɖusiʁosa]	[usi]	
C’est le chouchou ça	[seləʃuʃusa]	[uʃu]	[uʃ_]
C’est le loup chassé ça	[seləluʃase]	[uʃa]	
C’est le doux chiffon ça	[seləɖuʃifɔ̃sa]	[uʃi]	

Corpus 2 : VCCV

Homo-organique

Bilabiales

La cape barrée [lak**apba**ʁe]

Le crabe pilé [ləkʁ**abpi**le]

Alvéodentales

Le stade tassé [ləst**adta**se]

La patte douce [lap**atdu**s]

Vélaires

Le lac garé [lə**lakga**ʁe]

La bague cassée [lab**agka**se]

Hétéro-organique

Aptitude [**apti**tyd]

La cape douce [lak**apdu**s]

La loupe carrée [lal**upka**ʁe]

La soupe gâtée [las**upga**te]

La râpe salée [laʁ**apsa**le]

La coupe chiffrée [lak**upʃi**fʁe]

Le crabe taré [ləkʁ**abta**ʁe]

Le baobab daté [ləbaob**abda**te]

Le crabe coulé [ləkʁ**abku**le]

Le baobab gâté [ləbaob**abga**te]

Le crabe salé [ləkʁ**absa**le]

Le crabe charmé [ləkʁ**abʃa**ʁme]

La batte pilée [lab**atpi**le]

La patte boueuse [lap**atbu**øz]

La batte cassée [lab**atka**se]

La rate garée [laʁ**atga**ʁe]

La batte sacrée [lab**atsa**kʁe]

La route chiffrée [laʁ**utʃi**fʁe]

La soude poussée [las**udpu**se]

La ride barrée [laʁ**idba**ʁe]

Le coude cassé [lək**udka**se]

Le grade gardé [ləgʁ**adga**ʁde]

La soude salée [las**upsa**le]

Le fade chapeau [laf**adʃa**po]

Le lac pâle [lə**la**kpal]

Le sac battu [lə**sa**kbaty]

Actif [aktif]

Le sac daté [lə**sa**kdate]

Le lac salé [lə**la**ksale]

La brique chiffrée [labʁikʃifʁe]

La figue pourrie [lafigpuʁi]

La ligue battue [laligbaty]

La bague tachée [labagtaʃe]

La bague datée [labagdate]

La figue salée [lafigsale]

La ligue chiffrée [laligʃifʁe]

L’aspect [laspe]

La tasse barrée [latasbaʁe]

La douce tarée [ladustaʁe]

La pousse datée [lapusdate]

La tasse cassée [lataskase]

La pousse guidée [lapusgide]

La hache passée [laaʃpase]

La touche barrée [latuʃbaʁe]

Acheter [aʃte]

La tache datée [lataʃdate]

La douche cassée [laduʃkase]

Le riche gardien [ləʁiʃgaʁdjɛ̃]

.

Annexe 7 Stimuli imagés utilisés dans l'expérience 1

Séquence : [iʒuofut] ou [itapdɑ̃lbalɔ̃]

Séquence : [iski] ou [ifɛdyski]

Séquence : [ladambwadelo]

Séquence : [ikuʁ]

Séquence : [ilɑ̃sləbatõ]

Séquence : [ləlapɛ̃mɑ̃ʒlakaʁɔt]

Séquence : [iʃas] ou [ilealaʃas]

Séquence : [isabij]

Séquence : [ladammɛlatabʁtofuʁ]

Séquence : [ivaalagaʁ]

Annexe 8 Troubles de la production des occlusives chez un locuteur porteur de fente (22766)

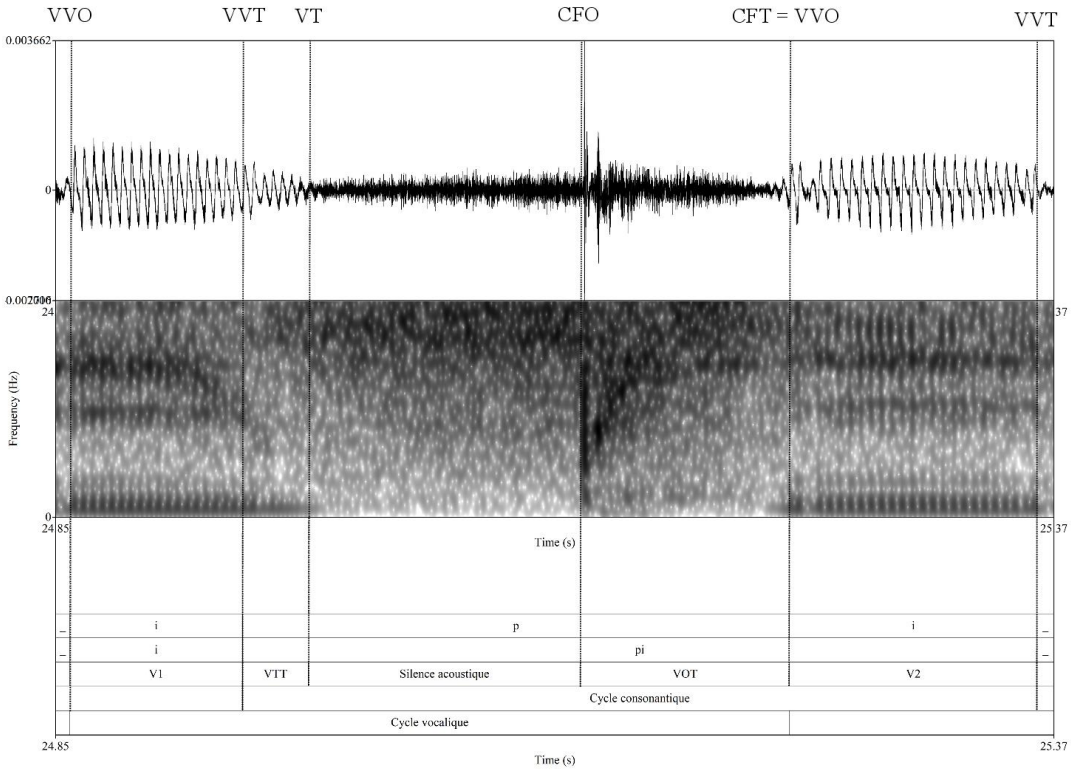

Figure 75. Réalisation d'une occlusive [p] par un locuteur porteur de fente palatine

Réalisation de l'occlusive [p] dans la séquence [ipi] par un locuteur atteint d'une fente labio-palatine. Nous constatons que la phase d'occlusion, normalement silencieuse, est remplacé par un bruit de friction. Les différents évènements articulatori-acoustiques (VTT, silence acoustique et VOT) sont bien présents et bien marqués. Nous observons toutefois une superposition du bruit de friction conséquent à la fente.

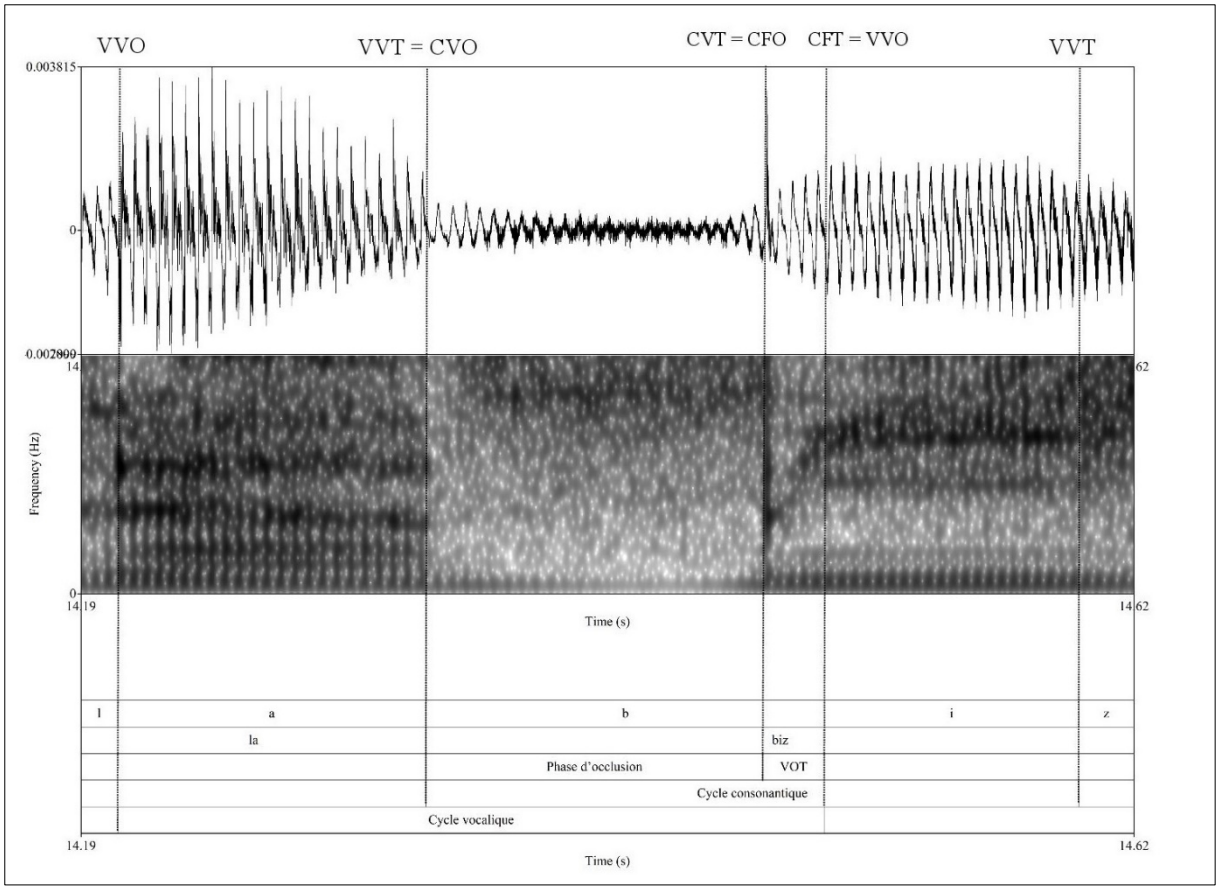

Figure 76. Réalisation de l'occlusive voisée [b] par le même locuteur

Réalisation de l'occlusive [b] dans la séquence [abi] par le même locuteur. La phase d'occlusion présente un bruit de friction lors de sa réalisation, ce qui ne devrait pas être le cas. Toutefois, cette phase est suivie d'une explosion bien visible.

Annexe 9 Transcriptions syntaxiques en parole lue et semi-spontanée

Modèle de la transcription syntaxique de la fable *La bise et le soleil*

[La bise et le soleil]^{ura}

[(La bise et le soleil)$_{SS}$ (se disputaient)$_{SV}$, <chacun assurant qu'il était le plus fort>$_{ad}$, (quand (ils ont vu)$_{SV}$ (un voyageur qui s'avançait)$_{SO}$ <enveloppé dans son manteau>$_{ad}$)$_{SRd}$.]$^{urvC+}$

[(Ils sont tombés d'accord)$_{SV}$ (que (celui qui arriverait le premier à faire ôter son manteau au voyageur)$_{SS}$ (serait regardé) $_{Sv}$ (comme le plus fort)$_{SO}$)$_{SO}$.]^{urvC}

<Alors> $_{md}$, [(la bise) $_{SS}$ (s'est mise à souffler)$_{SV}$ (de toute sa force)$_{SO}$]^{urvC} <mais> $_{md}$ <plus>$_{md}$ [(elle soufflait)$_{SV}$]^{urvC}, <plus>$_{md}$ [(le voyageur)$_{SS}$ (serrait)$_{SV}$ (son manteau)$_{SO}$ (autour de lui)$_{S\,Rd}$] ^{urvC} <et> $_{md}$ [(à la fin) $_{SRg}$, (la bise)$_{SS}$ (a renoncé)$_{SV}$ (à le lui faire ôter)SO.]^{urvC}

<Alors> $_{md}$ [(le soleil)$_{SS}$ (a commencé) $_{SV}$ (à briller)$_{SO}$]^{urvC} <et> $_{md}$ [(au bout d'un moment)$_{SRg}$, (le voyageur) $_{SS}$, <réchauffé>$_{ad}$ (a ôté) $_{SV}$ (son manteau) $_{SO}$]^{urvC}.

<Ainsi> $_{md}$, [(la bise)$_{SS}$ (a dû reconnaître) $_{SV}$ (que (le soleil)$_{SS}$ (était)$_{SV}$ (le plus fort des deux)$_{SO}$) $_{SO}$.]^{urvC}

Cette transcription a été réalisée à partir du document de travail de Tanguy et *al.* (2012). Les unités de rections verbales (urv), averbales (ura) ont été annotées en exposant. Elles sont complétées d'un « C » lorsque celles-ci sont complètes, et d'un signe + lorsqu'elles comprennent un adjoint. Les séquences sujet (SS), verbales (SV), objet (SO) et régie (SR), les adjoints ainsi que les marqueurs du discours sont précisés en indice.

Exemple de la transcription de l'enregistrement de l'un des locuteurs de cette étude

[La bise et le soleil] ^{ura} **(PR)**

[La bise et le soleil)$_{SS}$ (se disputaient)$_{SV}$, **(PnR)** <chacun assurant qu'il était le plus fort>$_{ad}$, **(PR)** (quand (ils ont vu)$_{SV}$ (un voyageur qui s'avançait)$_{SO}$ **(PnR)** <enveloppé dans son manteau.>$_{ad}$)$_{SRd}$]$^{urvC+}$ **(PR)** [<il s'est>$_{dis}$ **(PnR)** (ils sont tombés d'accord)$_{SV}$ (que(celui qui arriverait le premier à faire ôter son manteau au voyageur)$_{SS}$ **(PR)** (serait regardé)$_{SV}$ (comme le plus fort.)$_{SO}$)$_{SO}$]^{urvC} **(PR)** <Alors>$_{md}$, [(la bise)$_{SS}$ (s'est mise à souffler)$_{SV}$ (de toute sa force)$_{SO}$]^{urvC} **(PR)** <mais>$_{md}$ <plus>$_{md}$ [(elle soufflait)$_{SV}$]^{urvC}, **(PR)** <plus>$_{md}$ [(le voyageur)$_{SS}$ (serrait)$_{SV}$ (son manteau)$_{SO}$ **(PnR)** (autour de lui)$_{SRd}$]^{urvC} **(PR)** ~~<et>$_{md}$~~ [(à la fin)$_{SRg}$, **(PnR)** (la bise)$_{SS}$ (a renoncé)$_{SV}$ (à le lui faire ôter.)$_{SO}$]^{urvC} **(PR)** <Alors>$_{md}$ **(PnR)** [(le soleil)$_{SS}$ (a commencé)$_{SV}$ (à briller)$_{SO}$]^{urvC} **(PnR)** <et>$_{md}$ [(au bout d'un moment)$_{SRg}$, **(PR)** (le voyageur)$_{SS}$, **(PnR)** <réchauffé>$_{ad}$ **(PnR)** (a ôté)$_{SV}$ (son manteau)$_{SO}$]^{urvC}. **(PR)** <Ainsi>$_{md}$, [(la bise)$_{SS}$ (a dû reconnaître)$_{SV}$ (que le soleil)$_{SS}$ **(PR)** (était)$_{SV}$ (le plus fort des deux.)$_{SO}$)$_{SO}$]^{urvC}

La transcription syntaxique de la lecture de l'un de nos locuteurs inclue la réalisation des pauses respiratoires (PR) et non respiratoires (PnR). Les disfluences sont également annotées sous l'étiquette « $_{dis}$ », précisée en indice. La séquence barrée ci-dessus représente un élément omis par le locuteur lors de la lecture.

Annexe 10 Résultats de l'expérience 1

Dépense expiratoire par cycle consonantique

Tableau 19. Dépense expiratoire par cycle consonantique selon le voisement de la consonne cible

	FLP		**Témoin**	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Non voisée	5,353 (2,914)	5,409	3,756 (2,697)	3,130
Voisée	4,226 (2,603)	3,848	3,059 (2,779)	2,167

Tableau 20. Dépense expiratoire par cycle consonantique selon le mode articulatoire de la consonne cible

	FLP		**Témoin**	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Fricative	6,580 (2,695)	6,949	4,564 (2,946)	4,233
Occlusive non voisée	4,179 (2,666)	3,379	2,899 (2,152)	2,322
Occlusive voisée	4,171 (2,654)	3,446	3,059 (2,779)	2,167

Tableau 21. Amplitude expiratoire par cycle consonantique (%MD), selon le voisement et selon l'atteinte du voile du palais)

	Voisée		**Non voisée**	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
FP-A	2,719 (2,443)	2,074	4,376 (2,750)	3,125
FP-DC	5,361 (2,971)	4,808	6,608 (2,633)	6,217
FP-DL	3,677 (1,885)	3,133	4,109 (2,856)	3,053
Témoin	3,058 (2,778)	2,167	3,746 (2,697)	3,129

Tableau 22. Amplitude expiratoire lors de la production d'un cycle consonantique (%MD) selon l'efficacité de la fermeture vélo-pharyngée

	Fricative		Occlusive non voisée		Occlusive voisée	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
FP-A	5,290 (2,450)	4,894	3,593 (2,928)	2,64	2,719 (2,443)	2,075
FP-DC	7,924 (2,177)	8,423	5,412 (2,509)	4,279	5,361 (2,971)	4,408
FP-DL	5,628 (3,043)	6,948	2,285 (1,100)	2,647	3,677 (1,885)	3,133
Témoin	4,564 (2,945)	4,233	2,899 (2,151)	2,322	3,058 (2,778)	2,167

Amplitude expiratoire par groupe de souffle

Tableau 23. Valeurs de l'amplitude expiratoire (%MD) du groupe de souffle chez les locuteurs témoins et porteurs de fentes palatines

	Moyenne (σ)	**Médiane**
FLP	28.997 (11.939)	28,801
Témoin	17.949 (9.788)	16,44

Tableau 24. Dépense expiratoire par groupe de souffle selon le voisement de la consonne cible

	FLP		Témoin	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Non voisée	30,006 (12,57)	29,117	17,649 (9,99)	16,309
Voisée	27,190 (10,27)	27,447	18,561 (9,51)	17,687

Tableau 25. Dépense expiratoire par groupe de souffle selon le mode articulatoire de la consonne cible

	FLP		Témoin	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Fricative	31,093 (11,439)	28,802	18,515 (9,915)	19,405
Occlusive	28,098 (12,068)	29,167	17,658 (9,799)	15,675

Tableau 26. Amplitude expiratoire du groupe de souffle (%MD) selon le mode articulatoire et le voisement de la consonne cible, chez les locuteurs porteurs de fentes palatines et témoins

	FLP		Témoin	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Fricative	31,093 (11,439)	28,801	18,514 (9,915)	19,405
Occlusive non voisée	28,967 (13,746)	32,068	16,753 (10,168)	15,025
Occlusive voisée	26,835 (10,385)	25,728	18,561 (9,514)	17,687

Durée des groupes de souffle

Tableau 27. Durée du groupe de souffle selon le voisement de la consonne cible

	FLP		Témoin	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Non voisée	1,964 (0,988)	1,540	1,524 (0,609)	1,328
Voisée	1,658 (0,672)	1,549	1,334 (0,500)	1,281

Tableau 28. Durée du groupe de souffle selon le mode articulatoire de la consonne cible

	FLP		Témoin	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Fricative	2,179 (0,951)	1,848	1,638 (0,633)	1,483
Occlusive	1,709 (0,847)	1,528	1,370 (0,533)	1,269

Amplitude inspiratoire

Tableau 29. Amplitude inspiratoire précédant la phrase porteuse selon le voisement de la consonne cible

	FLP		Témoin	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Non voisée	35,032 (17,381)	33,450	33,373 (14,340)	34,233
Voisée	32,377 (15,252)	30,839	30,386 (13,484)	30,585

Tableau 30. Amplitude inspiratoire précédant la phrase porteuse selon le mode articulatoire de la consonne cible

	FLP		Témoin	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Fricative	37,427 (17,910)	34,017	35,556 (16,074)	35,259
Occlusive	34,518 (16,056)	30,327	30,749 (12,732)	30,477

Tableau 31. Amplitude inspiratoire (%MD) selon le mode articulatoire et le voisement chez les locuteurs témoins et porteurs de fentes palatines

	FLP		Témoin	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Fricative	37,427 (17,910)	34,016	35,556 (16,074)	35,258
Occlusive non voisée	32,740 (16,933)	27,592	31,111 (12,170)	29,836
Occlusive voisée	35,135 (14,445)	30,527	30,386 (13,484)	30,585

Tableau 32. Valeurs moyennes et médianes de l'amplitude inspiratoire (%MD) selon l'atteinte du voile du palais, le mode articulatoire de la consonne cible et son voisement. Les écarts-types sont indiqués entre parenthèses.

	Fricative		**Occlusive non voisée**		**Occlusive Voisée**	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
FP-A	27,104 (8,503)	26,775	17,567 (10,278)	20,983	33,969 (8,184)	29,976
FP-DC	45,927 (22,868)	42,931	41,030 (16,797)	45,916	37,109 (19,797)	30,327
FP-DL	33,585 (6,601)	34,252	35,749 (10,495)	34,490	33,433 (11,048)	32,830
Témoin	35,556 (16,074)	35,259	31,112 (12,171)	29,837	30,386 (13,484)	30,585

Annexe 11 Résultats de l'expérience 2

Tableau 33. Ratio du nombre d'inspirations et de micro-inspirations selon la localisation syntaxique, en parole lue et semi-spontanée, chez les locuteurs porteurs de fentes et témoins.

		Fentes palatines		**Témoins**	
		Inspiration	**Micro-inspiration**	**Inspiration**	**Micro-inspiration**
Lecture	**Intra-séquence**	0,221	0,097	0,089	0,103
	Majeur	0,265	0,581	0,463	0,410
	Mineur	0,514	0,323	0,448	0,487
Semi-spontanée	**Intra-séquence**	0,081	0,094	0,095	0,118
	Majeur	0,763	0,469	0,069	0,529
	Mineur	0,156	0,438	0,212	0,353

Tableau 34. Résultats de l'analyse de variance mixte selon le type de fentes

Variables	**Facteurs**	**F**	***p* value**	
Amplitude inspiratoire	Fente	3,614	0,160	ns
	Tache	2,534	0,178	ns
	Fente : Tache	2,973	0,196	ns
Durée inspiratoire	Fente	0,101	0,945	ns
	Tache	4,091	0,136	ns
	Fente : Tache	0,104	0,952	ns
Amplitude expiratoire	Fente	0,626	0,645	ns
	Tache	11,216	0,044	*
	Fente : Tache	3,841	0,149	ns
LVI par rapport au REL	Fente	0,622	0,27	ns
	Tache	7,428	0,072	ns
	Fente : Tache	2,973	0,197	ns
LVT par rapport au REL	Fente	1,025	0,492	ns
	Tache	0,649	0,464	ns

	Fente : Tache	2,651	0,222	ns
Durée du GrS	Fente	1,931	0,301	ns
	Tache	0,483	0,459	ns
	Fente : Tache	0,601	0,657	ns
Nb de syllabes/GrS	Fente	0,639	0,639	ns
	Tache	0,776	0,443	ns
	Fente : Tache	0,624	0,849	ns
Fréquence inspiratoire	Fente	0,787	0,546	ns
	Tache	36,278	0,021	*
	Fente : Tache	0,372	0,826	ns
Durée des pauses	Fente	0,156	0,919	ns
	Tache	1,058	0,379	ns
	Fente : Tache	0,192	0,062	ns
Vitesse d'élocution	Fente	1,898	0,148	ns
	Tache	3,995	0,059	ns
	Fente : Tache	0,709	0,595	ns
Vitesse d'articulation	Fente	1,873	0,148	ns
	Tache	0,086	0,773	ns
	Fente : Tache	0,752	0,568	ns
% de temps de pauses	Fente	1,456	0,251	ns
	Tache	14,095	0,001	*
	Fente : Tache	0,66	0,627	ns

Tableau 35. Résultats de l'analyse de variance mixte mesurant l'effet de la déperdition nasale sur les différentes variables respiratoires et temporelles

Variables	**Facteurs**	**F**	***p* value**	
Amplitude inspiratoire	Déperdition	2,824	0,172	ns
	Tache	1,315	0,031	*
	Déperdition : Tache	0,471	0,651	ns
Durée inspiratoire	Déperdition	0,066	0,022	*
	Tache	6,624	0,326	ns
	Déperdition : Tache	0,115	0,018	*
Amplitude expiratoire	Déperdition	6,187	0,06	ns
	Tache	1,507	0,287	ns
	Déperdition : Tache	0,339	0,731	ns
LVI par rapport au REL	Déperdition	2,727	0,179	ns
	Tache	1,315	0,315	ns
	Déperdition : Tache	1,315	0,315	ns
LVT par rapport au REL	Déperdition	0,875	0,484	ns
	Tache	0,173	0,698	ns
	Déperdition : Tache	0,698	0,550	ns
Durée du GrS	Déperdition	1,444	0,405	ns
	Tache	0,249	0,644	ns
	Déperdition : Tache	1,261	0,376	ns
Nb de syllabes/GrS	Déperdition	4,264	0,102	ns
	Tache	0,287	0,165	ns
	Déperdition : Tache	1,261	0,376	ns
Fréquence inspiratoire	Déperdition	0,057	0,945	ns
	Tache	5,736	0,025	*
	Déperdition : Tache	0,296	0,747	ns
Durée des pauses respiratoires	Déperdition	0,399	0,695	ns
	Tache	3,137	0,151	ns
	Déperdition : Tache	0,771	0,521	ns
Vitesse d'élocution	Déperdition	2,275	0,108	ns
	Tache	5,995	0,023	*

	Déperdition : Tache	3,801	0,025	*
Vitesse d'articulation	Déperdition	1,526	0,236	ns
	Tache	0,429	0,519	ns
	Déperdition : Tache	7,671	0,001	*
% de temps de pauses	Déperdition	1,491	0,245	ns
	Tache	16,19	0,0057	*
	Déperdition : Tache	0,861	0,459	ns

Tableau 36. Valeurs médianes et moyennes de l'amplitude inspiratoire selon l'atteinte du voile du palais. Les écarts-types sont présentés entre parenthèses.

	Lecture		**Semi-spontanée**	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Aucune	30,54 (16,14)	29,87	29,08 (15,57)	24,86
Constante	40,31 (17,81)	40,37	40,24 (19,53)	38,72
Légère	24,50 (14,40)	20,84	27,17 (15,12)	25,57
Témoin	30,74 (15,71)	29,22	33,89 (18,76)	31,57

Tableau 37. Valeurs médianes et moyennes de la durée de l'inspiration selon l'atteinte du voile du palais. Les écarts-types sont présentés entre parenthèses.

	Lecture		**Semi-spontanée**	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Aucune	0,378 (0,187)	0,320	0,447 (0,358)	0,295
Constante	0,475 (0,182)	0,440	0,789 (0,441)	0,720
Légère	0,443 (0,226)	0,390	0,620 (0,308)	0,590
Témoin	0,428 (0,194)	0,390	0,610 (0,325)	0,530

Tableau 38. Valeurs moyennes et médianes de la durée des pauses respiratoires selon l'atteinte du voile du palais. Les écarts-types sont précisés entre parenthèses.

	Lecture		**Semi-spontanée**	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Aucune	0,556 (0,411)	0,418	0,825 (0,994)	0,407
Constante	0,650 (0,342)	0,540	1,073 (0,665)	0,946
Légère	0,647 (0,437)	0,522	1,086 (0,768)	0,831
Témoin	0,613 (0,306)	0,524	1,060 (0,638)	0,876

Tableau 39. Valeurs moyennes et médianes de l'amplitude expiratoire selon l'atteinte du voile du palais. Les écarts-types sont précisés entre parenthèses.

	Lecture		**Semi-spontanée**	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Aucune	30,01 (15,96)	29,26	29,63 (14,30)	31,21
Constante	35,581 (16,79)	36,37	33,73 (19,06)	31,97
Légère	23,92 (15,22)	22,06	28,01 (15,12)	24,33
Témoin	26,42 (16,05)	22,49	28,64 (16,98)	24,70

Tableau 40. Valeurs moyennes et médianes de groupe de souffle selon l'atteinte du voile du palais. Les écarts-types sont précisés entre parenthèses.

	Lecture		**Semi-spontanée**	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Aucune	1,679	1,609	1,604	1,483
Constante	2,308	2,180	2,291	2,119
Légère	2,248	2,052	2,206	2,091
Témoin	2,388	2,194	2,300	1,937

Tableau 41. Valeurs moyennes et médianes de la vitesse d'élocution selon l'atteinte du voile du palais. Les écarts-types sont précisés entre parenthèses.

	Lecture		**Semi-spontanée**	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Aucune	2,678 (0,618)	2,678	2,695 (1,391)	2,695
Constante	3,621 (0,632)	3,661	2,725 (0,535)	2,817
Légère	2,607 (0,394)	2,574	2,777 (0,407)	2,726
Témoin	3,689 (0,546)	3,807	2,994 (0,610)	2,966

Tableau 42. Valeurs moyennes et médianes de la vitesse d'articulation selon l'atteinte du voile du palais. Les écarts-types sont précisés entre parenthèses.

	Lecture		**Semi-spontanée**	
	Moyenne (σ)	**Médiane**	**Moyenne (σ)**	**Médiane**
Aucune	4,010 (0,154)	4,010	4,692 (0,120)	4,692
Constante	4,754 (0,748)	4,564	3,927 (0,555)	3,884
Légère	3,716 (0,606)	3,679	4,520 (0,366)	4,479
Témoin	4,814 (0,602)	4,987	4,530 (0,598)	4,540

Université de Strasbourg

École doctorale des Humanités (ED520)
Université de Strasbourg

Delphine CHARUAU

Étude de la corrélation entre l'organisation des patterns respiratoires et la production de la parole chez les enfants porteurs de fentes labio-palatines

Résumé

Cette thèse porte sur l'étude des patterns respiratoires en parole chez l'enfant, et leur « résistivité » face aux perturbations conséquentes aux divisions palatines. L'objectif de ce travail est d'examiner les stratégies compensatoires mises en place au niveau thoraco-abdominal pour pallier les déficits supra-glottiques. 19 locuteurs témoins et 25 enfants porteurs de fentes palatines ont été enregistrés. La variation des gestes respiratoires a été mesurée à l'aide de ceintures électromagnétiques disposées sur le thorax et l'abdomen. Les signaux respiratoires, synchronisés au signal de parole, permettent l'observation de la variation du périmètre thoraco-abdominal tout au long de la phonation. Les résultats révèlent que les stratégies compensatoires sont essentiellement mises en place lors de l'expiration, celles-ci étant plus importantes lorsque la fonctionnalité vélo-pharyngée est la plus sévèrement atteinte.

Mots-clés : Respiration en parole ; Fentes palatines ; Enfants ; Perturbation ; Stratégie compensatoire ; Organisation spatio-temporelle ; Viabilité ; Pléthysmographie Respiratoire par Inductance

Résumé en anglais

This thesis focuses on the study of respiratory speech patterns in children, and the "resistivity" of these patterns in the context of perturbations resulting from palatal divisions. The aim of this work is to examine compensatory strategies deployed at the thoracic and abdominal levels in order to compensate for supra-glottal deficits. 19 control speakers and 25 children with cleft palates were recorded. The variation of respiratory movements was measured using electromagnetic belts placed on the thorax and on the abdomen. The respiratory signals, synchronised with the speech signal, allow observing the variation of the thoracic-abdominal perimeter during phonation. Results show that compensatory strategies are mainly deployed during expiration, and that these strategies are more salient when the velopharyngeal functionality is most severely affected.

Key words : Speech Breathing ; Cleft Palate ; Children ; Speech disorders ; Compensatory strategy ; Timing ; Respiratory Inductance Plethysmograph