

UFR des LETTRES
UR 1339 Linguistique, Langues et Parole - LILPA
ER Parole et Cognition & Institut de Phonétique de Strasbourg (IPS)

THESE

présentée pour l'obtention du doctorat de
Sciences du Langage
par

Marion BECHET

Spécialité : Phonétique Générale et Expérimentale,
Phonétique clinique

**Perturbation de la production des occlusives chez des locuteurs
présentant une division palatine ou labio-palatine**

Jury

- Mme Danielle Duez, Directrice de Recherche au CNRS (Examinatrice)
Laboratoire Parole et Langage, Université de Provence
- M. le Professeur Bernard Harmegnies (Rapporteur)
Laboratoire de Phonétique, Université de Mons
- M. le Professeur Noël Nguyen (Rapporteur)
Laboratoire Parole et Langage, Université de Provence
- Mme Béatrice Vaxelaire, Maître de Conférences - HDR (Examinatrice)
IPS & UR 1339 LILPA, ER Parole et Cognition, Université de
Strasbourg
- M. le Professeur Rudolph Sock (Directeur)
IPS & UR 1339 LILPA, ER Parole et Cognition, Université de
Strasbourg

UFR des LETTRES
UR 1339 Linguistique, Langues et Parole - LILPA
Composante Parole et Cognition & Institut de Phonétique de Strasbourg (IPS)

THESE

présentée pour l'obtention du doctorat de
Sciences du Langage
par

Marion BECHET

Spécialité : Phonétique Générale et Expérimentale,
Phonétique clinique

**Perturbation de la production des occlusives chez des locuteurs
présentant une division palatine ou labio-palatine**

Jury

Mme Danielle Duez, Directrice de Recherche au CNRS (Examinatrice)
Laboratoire Parole et Langage, Université de Provence
M. le Professeur Bernard Harmegnies (Rapporteur)
Laboratoire de Phonétique, Université de Mons
M. le Professeur Noël Nguyen (Rapporteur)
Laboratoire Parole et Langage, Université de Provence
Mme Béatrice Vaxelaire, Maître de Conférences - HDR (Examinatrice)
IPS & UR 1339 LILPA, ER Parole et Cognition, Université de
Strasbourg
M. le Professeur Rudolph Sock (Directeur)
IPS & UR 1339 LILPA, ER Parole et Cognition, Université de
Strasbourg

« Chaque langue maternelle donne à ses usagers une façon de voir et de sentir le monde, et de s'y comporter, qui est absolument unique. »

« La parole sépare l'homme de l'homme et l'humanité de l'inconscient cosmique. »

McLuhan

« Une épaisseur sur le côté droit de la lèvre supérieure. Aucune trace de ce bel arc qui se dessinait sur celle de mes parents, de mon petit frère, de tout le monde. Mais il y avait pis : quand je souriais, je voyais apparaître un pli assez laid, horizontal, qui remontait un peu vers la droite. »

Bruce Lowery, La cicatrice

Remerciements

A travers ces quelques lignes, je souhaite remercier toutes les personnes qui ont contribué à l'aboutissement de ce travail.

Tout d'abord, je tiens à remercier M. le professeur Rudolph Sock, mon directeur de thèse, sans qui cette présente thèse n'aurait pas vu le jour. C'est tout d'abord à travers ses cours et son savoir que je me suis prise de passion pour la discipline qu'est la phonétique, et pour la recherche plus généralement. Son dévouement pour le développement de l'Institut de Phonétique a su me donner l'exemple de la recherche et du travail en équipe. Aussi, je le remercie tout particulièrement pour son côté humain ; il a en effet toujours été attentif à savoir si « le moral est bon », a su me soutenir dans les moments difficiles et m'inciter à faire toujours mieux. Accompagner Rudolph Sock lors de manifestations scientifiques a été pour moi riche d'enseignements, et je le remercie encore de m'avoir permis la découverte de ce monde de la recherche. Je suis fière d'avoir travaillé sous sa direction.

Je remercie également Béatrice Vaxelaire, directrice de l'Institut de Phonétique de Strasbourg, qui m'a motivée, au début de mon cursus, à poursuivre dans le domaine de la recherche. C'est sous sa direction que j'ai fait mes premiers pas de « chercheuse » et je lui suis reconnaissante de m'avoir transmis sa passion pour la phonétique. Aussi, je suis très honorée, et heureuse, qu'elle ait accepté de porter un jugement sur ce travail.

Je remercie vivement les membres du jury, qui ont accepté de donner de leur temps pour lire et évaluer ce travail. Un grand merci aux rapporteurs, M. le Professeur Bernard Harmegnies et M. le Professeur Noël Nguyen. Un grand merci également à Mme Danielle Duez, DR au CNRS, qui a montré un intérêt pour mon travail dès mes premières années de recherche.

Je remercie toutes les personnes que j'ai eu l'occasion de rencontrer lors de colloques, et avec lesquelles j'ai pu avoir des échanges scientifiques intéressants. Un merci à Pascal Perrier pour ses nombreux conseils et encouragements prodigués lors des différentes conférences auxquelles nous nous sommes rencontrés. Ses critiques ont su être constructives.

Mes remerciements vont tout naturellement aux membres du service ORL de l'Hôpital de Hautepierre. Au Professeur Jean-Luc Stierlé, docteur en Oto-rhino-laryngologie et chirurgie cervico-faciale, qui m'a accueillie dans son service lors des consultations de la face et m'a permis d'effectuer les enregistrements.

Au Professeur Jean-Michel Clavert, coordinateur du service de chirurgie infantile, qui m'a donné l'autorisation d'accéder aux dossiers des patients, me permettant d'affiner mes analyses.

Et à Mme Christine Neumeister et Florence Fauvet, orthophonistes, qui ont accepté ma présence lors de leurs consultations. Aussi, elles ont pris du temps pour m'expliquer certaines spécificités propres à leur travail, tels que les tests utilisés pour déceler certains troubles de la parole, et m'ont aidée à comprendre certaines techniques de rééducation.

Merci à M. Kintz, M. Weber, Mme Guth, Mme Malbranque, M. Lorentz, M. Libera et Mme Chevry, qui m'ont toujours donné la possibilité de me rendre aux divers colloques et conférences en permettant des arrangements de mon emploi du temps.

Je remercie tous les enfants qui ont accepté d'être enregistrés ; Zoé, Achille, Danièle, les élèves du collège Vauban, de l'école St Thomas et les patients de l'Hôpital de Hautepierre.

Fabrice Hirsch a occupé une place toute particulière tout au long de cette thèse. C'est lui qui m'a initiée aux diverses techniques de recherche, et ses écrits m'ont souvent servi de modèles. Il a toujours été présent pour répondre à mes nombreuses questions. Aussi, il a été à la fin mon « coach de thèse » et a su me remotiver lorsque je « lâchais prise », tout en relisant mon travail. Je le remercie.

Je remercie également Cyril et Mélanie, qui ont été là aussi pour me soutenir et qui m'ont donné de précieux conseils au fil de leurs relectures. Leur compagnie a été fructueuse.

Tous mes remerciements vont aussi à Camille et Thomas, qui ont également partagé mon bureau, et dont la bonne humeur a été favorable à l'avancée de mon travail. Je remercie tout particulièrement Camille, qui a relu ma thèse, et a su trouver les mots lorsque j'en avais besoin ; notre complicité a toute son importance à mes yeux.

Un grand merci à toute l'équipe de l'IPS ; Fayssal, Saïd, Nouredine, Amel, Tomoki, Naïma, Saoussan, Xuelu, Camille et Thomas, grâce auxquels règne à l'institut une bonne ambiance de travail. Merci à Gilbert, pour son aide au niveau technique.

Un grand merci encore tout particulier à mon Papa, Nadia, Fabrice, Cyril et Camille, qui ont relu ma thèse, et à Nadia et Denis qui n'ont pas compté les heures pour m'aider à la mise en forme de ce travail. Je les remercie vivement et leur suis reconnaissante du temps qu'ils m'ont accordé.

Mes remerciements vont également vers Bénédicte, Amel, Saoussan, Fayssal, Saïd, Maher, Emmanuelle, Naïma, Sophie, Jocelyn, Ben, Kevin, Véronique, Vincent et Erwin, qui se sont portés volontaires pour les ultimes corrections et réajustements de mon travail, une aide particulièrement précieuse dans les dernières minutes.

Mes pensées vont surtout aux personnes qui me sont les plus chères. J'aimerais donc dire merci à ma famille, dont le soutien quotidien a compté énormément dans l'écriture de ma thèse. Ma famille est exceptionnelle et je suis fière d'en faire partie. Tous très chers à mes yeux, chacun a

été plus que présent tout au long de ce travail. Je les aime de tout mon cœur et les remercie de leur confiance.

Je remercie d'abord mes parents, qui m'ont soutenue et encouragée tout au long de ma vie, et sans qui mon parcours aurait été différent. Je suis très fière d'être leur fille, je les admire et les respecte au plus profond de moi. De part leur modèle, j'ai eu l'ambition de faire toujours mieux, et si cette thèse peut être finalisée aujourd'hui, c'est qu'ils m'ont appris à aller toujours au bout des choses. Mes parents ont toujours su trouver les mots justes et sont toujours présents pour moi.

Julien, Yann et Nadia, mes frères et sœur ont toujours été présents également, protecteurs, et ont su m'accompagner et me soutenir dans mes décisions. Aussi ont-ils agrandi la famille, avec Bénédicte et Denis, mes sœur et frère « par alliance » et Achille, Titouan et Bastien, Zoé, Lola et Maya, mes neveux, nièces et filleule, et je les remercie pour tous les moments de bonheur qu'ils apportent à ma vie. Je les remercie également pour leur aide de tout instant et de leur disponibilité à mon égard, inestimable.

Mes remerciements vont également à Pascale, ma tante qui, bien que loin physiquement, m'a toujours encouragée.

Je témoigne toute mon affection aussi à Thérèse, que j'ai toujours plaisir à voir.

Je n'oublie pas mes grands parents et Parrain et Tata, qui, disparus aujourd'hui, ont toujours suivi mes études avec intérêt et ont été fiers de ma réussite.

Un merci tout particulier va à David, qui a eu la grande patience de nous supporter, moi et mes humeurs, tout au long de mon travail de recherche. Il m'a toujours suivie même s'il lui était difficile de comprendre mes nombreux questionnements et a su m'apporter le soutien nécessaire jusqu'à la dernière minute. Je lui témoigne tout mon amour.

Je remercie également Céline et Caroline, mes amies de toujours, qui m'ont toujours écoutée et suivie avec l'attention dont j'ai pu avoir besoin. Elles ont été là dans les moments de doute et ont su me conseiller.

Pierre, Nico, Ben, Kiwi, Johann, Jonathan, Alex, Guillaume, Vincent, Erwin, Sarah, Véronique, Marie, Sandrine, Eric, Olivier, Mathieu ont su me témoigner toute leur amitié, et je les en remercie.

Une pensée également envers toutes les personnes qui m'ont encouragée tout au long de ce travail, et plus généralement dans mes projets.

Je remercie enfin la Région Alsace qui m'a accordée une bourse de recherche pour mener cette étude. Cette thèse a également bénéficié du soutien de la Maison Inter-universitaire des Sciences de l'Homme Alsace – MISHA dans le cadre du Programme « Perturbations et réajustements : parole normale *vs.* parole pathologique », attribué à l'ER Parole et Cognition, UR Lilpa.

Sommaire

Remerciements.....	7
Introduction	15
Organisation de la thèse	21
ETAT DE LA QUESTION.....	23
I. Droits et devoirs de la parole : les limites de la variabilité	27
I.0 Introduction.....	27
I.1. L'obligation de cibles à atteindre.....	28
I.2. Variabilités autorisées et contraintes.....	41
I.3. La liberté de parole et ses limites : la Théorie de la Viabilité en production- perception de la parole	50
II. LA PAROLE FACE À LA PATHOLOGIE : MISE EN PLACE D'UN PHÉNOMÈNE COMPENSATOIRE, DES « DÉVIATIONS » POSSIBLES À L'ATTEINTE D'UNE CIBLE.....	59
II.1. Anatomie et physiologie du palais	59
II.2. Les malformations palatines et leurs conséquences	72
II.3. Le flux nasal en production de la parole sans pathologie	98
II.4. Phénomènes compensatoires face à la perturbation : Revue critique de la parole pathologique et de la production compensatoire	101
III. RENDRE COMPTE DE LA PAROLE PATHOLOGIQUE / PARAMÈTRES D'OBSERVATION	117
III.1. Etude de la durée dans le développement de la parole pathologique et non pathologique : durée et variabilité	117
III.2. L'Equation du locus.....	153
III.3. De l'importance des formants dans l'étude des lieux d'articulation.....	172
PARTIE EXPERIMENTALE.....	183
IV. Procédure expérimentale	187

IV.1.	Conditions d'enregistrement	187
IV.2.	Matériel.....	188
IV.3.	Corpus	188
IV.4.	Locuteurs.....	189
IV.5.	Mesures-Analyses	192
IV.6.	Analyses statistiques : remarques générales	200
V.	Expérience 1 : Etude de la durée chez les locuteurs porteurs de fente palatine dans des productions de séquences VCV.....	203
V.0.	Introduction	203
V.1.	Procédure expérimentale.....	203
V.2.	Résultats	207
VI.	Expérience 2 : L'équation du locus comme indice de coarticulation dans l'articulation des occlusives sourdes chez les enfants atteints de fente palatine	282
VI.0	Généralités sur la notion de l'équation du locus	282
VI.1.	Procédure expérimentale relative à l'analyse de l'équation du locus	283
VI.2.	Résultats expérimentaux relatifs à l'équation du locus.....	286
VII.	Expérience 3 : La structure formantique des voyelles produites par des locuteurs porteurs de fente palatine : une étude préliminaire	333
VII.0.	Introduction.....	333
VII.1.	Procédure expérimentale.....	334
VII.2.	Résultats	336
VIII.	Expérience 4 : F2/F3 d'occlusives sonores chez des locuteurs porteurs de fente palatine : le triangle consonantique	377
VIII.0.	Introduction	377
VIII.1.	Procédure expérimentale.....	378
VIII.2.	Résultats de l'analyse de F2/F3 d'occlusives sonores chez des locuteurs porteurs de fente palatine.....	382
	Discussion.....	427
	Bibliographie	447

Sitographie	497
Lexique	515
Annexe 1 : Précisions d'Anatomie.....	531
Annexe 2 : L'insuffisance vélaire	543
Annexe 3 : Exemples de dossiers médicaux de nos locuteurs pathologiques	563
Annexe 4 : Articulations compensatoires à la lumière de la cinéroradiographie : une étude de cas.....	587
Annexe 5 : Expérience 1	589
Annexe 6 : Expérience 2	593
Annexe 7 : Expérience 3	603
Annexe 8 : Expérience 4	605

Introduction

Nous proposons dans la présente étude d'apporter une contribution aux recherches menées dans le domaine de la phonétique clinique, et plus particulièrement dans celui de l'étude de la production de la parole par des sujets porteurs de divisions palatines. Le choix de ce sujet vient de notre intérêt pour la compréhension de la production de la parole et de la parole pathologique chez les plus jeunes sujets.

En effet, ce type de pathologie a trait à la fois au domaine de la phonétique clinique, qui prend une place de plus en plus importante dans les recherches en production et perception de la parole, et à l'acquisition de la parole puisque cette malformation a lieu lors de la formation du visage du bébé, à savoir pendant la sixième semaine de grossesse. Aussi, nous considérons ces deux axes de recherche dans le domaine de la phonétique clinique comme étant nécessaires à la compréhension de l'organisation spatiotemporelle de la parole par une exploration expérimentale, puisque tant l'observation du développement de la parole que celle de la parole pathologique peuvent fournir des informations précieuses relatives à la production de la parole « normale ».

Pour introduire ce travail, nous proposons de donner des éléments liminaires sous forme d'une description sommaire de cette pathologie.

Fente palatine et fente labiale, Description d'une pathologie

Dès les premières semaines du développement du fœtus, les cotés gauche et droit de la lèvre supérieure et la voûte du palais grandissent normalement ensemble. Mais il arrive, pour un cas sur 800 environ, que ces deux parties ne se rencontrent pas. Si certains des bourgeons ne sont pas correctement soudés entre eux, un problème de migration des cellules qui peut apparaître dès la formation du fœtus, l'enfant naît avec une séparation dans la lèvre supérieure que l'on nomme bec-de-lièvre. Lorsque cette séparation est localisée spécifiquement dans le conduit vocal, il s'agit d'une fente palatine. A partir du moment où les lèvres et le palais se développent séparément, il est possible que l'enfant ait un bec-de-lièvre, un palais fendu, ou la combinaison des deux.

Il est aujourd'hui possible d'opérer ces malformations, de grands progrès ayant été faits en médecine, et notamment en chirurgie. En revanche, ces enfants sont souvent exposés à de nombreux problèmes liés à la fente.

Les opérations chirurgicales étant aujourd'hui pratiquées par des professionnels, les résultats sont globalement positifs. Il se peut cependant que ces opérations entraînent de nouvelles complications. Outre les conséquences liées aux interventions chirurgicales, ces enfants ont en effet souvent des problèmes dentaires, d'audition, et donc de langage, problèmes qui peuvent influencer leur développement psychologique. Il est habituel que ces enfants présentent

des difficultés lors de l'acquisition du langage, mais ils développent le plus souvent une production de la parole proche de la « norme » dès l'âge de cinq ans.

Chez certains enfants, la fente palatine peut ne recouvrir qu'une portion du haut du palais, à l'arrière. Chez d'autres, cela peut être une séparation complète, allant de la partie antérieure à la partie postérieure de la cavité buccale

En ce qui concerne l'opération tendant à soigner un bec-de-lièvre, il s'agit de refermer la séparation existante entre la bouche et le nez par la lèvre supérieure. La fente labiale peut être opérée dès le plus jeune âge de l'enfant, à dix semaines environ. En cas de fente bilatérale, nécessitant deux opérations, celles-ci ont lieu à l'âge de 4 mois.

Pour l'opération réparant la fente palatine, il s'agit de fermer l'ouverture entre le palais et la cavité nasale. La fente palatine est opérée, selon les techniques chirurgicales, entre 9 et 18 mois, afin que l'enfant soit plus apte à tolérer l'opération, et pour ne pas freiner la croissance de la mâchoire. Cette opération consiste à faire une incision de part et d'autre de la division pour déplacer chaque bord vers le centre de la cavité buccale. Cette intervention a pour but de reconstruire le palais, joignant les muscles, et crée un palais de longueur suffisante pour que l'enfant puisse manger et parler de façon correcte.

Suite à l'opération, qui ne représente qu'un début dans la réparation palatine, l'enfant devra être suivi par un orthophoniste, afin d'apprendre à utiliser son nouveau palais, et doit surtout bénéficier d'un soutien familial qui est pour lui fondamental.

Prenant en compte ces considérations, notre étude porte sur l'observation acoustique des segments phonétiques chez les enfants ayant un problème de fente palatine et l'évolution des stratégies employées par ces locuteurs pour pallier leurs difficultés de production de la parole. Nous nous sommes intéressée dans un premier temps aux problèmes auxquels ces locuteurs sont confrontés, avant d'observer dans un second temps la façon dont ils se réajustent face à la perturbation. Ensuite, nous avons étudié plus particulièrement les sons émis et la différence dans l'articulation des sons en fonction de l'âge, grâce à des enregistrements acoustiques.

Ce travail est le fruit d'une collaboration entre le Centre Hospitalier Universitaire de Hautepierre, l'Institut de Phonétique de Strasbourg et l'Equipe de Recherche Parole et Cognition de Unité de Recherche Linguistique, Langues et Parole (E.A. 1339 – LiLPA). Grâce à la participation dans ce partenariat d'une orthophoniste et d'un chirurgien spécialisés dans la fente au service O.R.L., il nous a été possible d'effectuer des enregistrements d'enfants porteurs de fentes palatines ou labio-palatines. Strasbourg fait partie des dix villes de France dans lesquelles se trouvent des sites spécialisés pour le traitement de cette pathologie. L'Hôpital de Hautepierre suit environ 2000 patients, et chacun d'eux est vu tous les 3 ans lors de consultations avec des médecins de ce centre hospitalier (en plus des rééducations dont ils bénéficient dans leur ville d'habitation) jusqu'à l'âge de 18 ans.

Les travaux sur les fentes palatines sont nombreux, mais ils manquent cruellement dans les études consacrées au français. S'agissant d'une pathologie assez répandue, qui a des conséquences plus ou moins importantes sur la parole selon la sévérité de la fente, il nous a paru intéressant d'explorer l'impact de cette pathologie sur la production de catégories phonétiques et phonologiques en français.

Rappelons que c'est à partir des recherches de rééducation pour les individus atteints de fente palatine qu'est née l'orthophonie dans les années 60. En effet, de nombreuses difficultés liées au langage sont rencontrées par les enfants ayant une fente palatine. De natures différentes, elles sont le plus souvent accompagnées de déficits auditifs, de déviances articulatoires, de problèmes de fonction du velum, ou la combinaison de ces divers facteurs.

Les problèmes résultants sont ainsi des complications d'ordre articulatoire, et de nasalité. Un enfant avec un palais fendu a tendance à trop utiliser la masse postérieure de sa langue, entraînant davantage de production des sons à l'arrière de la cavité buccale. De plus, le velum ne fonctionne pas correctement et, laissant le libre passage de l'air à travers la cavité nasale, apporte un degré plus ou moins important d'hypernasalité dans les productions de la parole.

Hardin-Jones (2005) a montré que les enfants ayant un palais fendu et une division labiale présentent des insuffisances vélo-pharyngales, produisent plus d'erreurs articulatoires et requièrent d'avantages de soins que les enfants avec un palais fendu uniquement. Aussi, nous verrons dans les travaux effectués antérieurement sur ce sujet que les patients avec une fente labiale et une fente palatine bilatérale présentent un langage plus « pauvre », des compensations des mouvements articulatoires plus prononcées, et ont besoin d'au moins deux interventions chirurgicales.

L'objectif principal de ce travail est l'observation des réajustements opérés par les locuteurs pathologiques en réponse aux perturbations auxquelles ils sont exposés.

Les problèmes phonétiques rencontrés concernent plus particulièrement les occlusives. N'ayant pas de séparation totale et nette entre la cavité buccale et la cavité nasale, les enfants sont dans l'impossibilité de produire une occlusive, puisque l'air doit être, pour de telles réalisations, retenu avant d'être relâché brusquement. Des erreurs articulatoires sont relevées également lors de la production des dentales du fait que ces enfants ont souvent besoin de soins orthodontiques (ils subissent fréquemment une opération renforçant les os de la mâchoire) et se réajustent par rapport à leur dentition. Pour cette raison, nous avons choisi d'observer tout particulièrement ce type de consonnes.

Lors de la rééducation orthophonique, l'objectif est d'obtenir un fonctionnement correct du voile du palais qui permettrait de lutter contre la déperdition nasale. L'objectif consiste également à éviter le nasonnement, particulièrement audible dans l'émission des voyelles, les coups de glottes, dans l'émission des occlusives, les souffles rauques dans l'émission des constrictives, et le souffle nasal qui peut être commun à l'émission des occlusives et des constrictives.

Par des exercices de souffle et de tension appropriés, le voile est amené à fonctionner avec l'efficacité et la mobilité suffisante à la production des sons demandés afin d'améliorer l'intelligibilité des échanges entre les locuteurs atteints de divisions palatines et leurs interlocuteurs.

De plus, le patient doit faire l'apprentissage d'une articulation correcte, celle-ci étant soit inconnue, les souffles rauques et les coups de glottes ayant pris la place des constrictives et des occlusives, soit imprécise, les malformations organiques rendant cette coordination oro-laryngée problématique. Nous verrons que les stratégies compensatoires déployées par ces locuteurs sont nombreuses, et peuvent être efficaces pour l'atteinte de cibles perceptives.

La rééducation consiste à substituer à une émission de sons souvent produits de manière saccadée sur le plan articulatoire, une émission faite dans les conditions les plus acceptables sur le plan articulatoire, de telle sorte que le sujet soit peu à peu déconditionné vis-à-vis de ses anciennes émissions et reconditionné à une phonation correcte. Parallèlement à l'utilisation correcte du souffle buccal et du développement de celui-ci, la mise en place des mécanismes articulatoires doit s'effectuer.

Borel-Maisonny (1969), qui a défini la terminologie dans le domaine orthophonique, et des fentes précisément, a présenté des films radiographiques sur lesquels les variations de position de la langue, à l'intérieur de la cavité buccale, extrêmement importantes sont visibles. L'agilité considérable de la langue y est remarquable, ainsi que la grande amplitude des mouvements linguaux. Certaines radiographies présentent un sujet ayant une insuffisance vélaire incompatible avec une phonation correcte. D'autres études, réalisées suite à une pharyngoplastie, montrent que l'intervention ne contrarie aucun des mouvements normaux permettant d'obtenir des variations vocaliques précises. Ce type d'intervention, aujourd'hui très employé, pourrait permettre aux patients de retrouver une phonation quasiment parfaite.

Il ne faut pas perdre de vue le fait que le but de la rééducation ne consiste pas à obtenir un mouvement articulatoire parfait en lui-même, mais à obtenir un mouvement qui soit apte à s'intégrer dans le cadre global d'une unité syllabique ou d'un mot. Il s'agit là du principe de coordination et de coarticulation des gestes articulatoires (Fowler & Saltzman, 1993) : la coordination reflète l'établissement transitoire de relations contraintes par les articulateurs produisant conjointement des actions linguistiquement significatives dans le conduit vocal. La coarticulation reflète, elle, l'activation temporelle des contraintes de coordination pour les différents gestes phonétiques.

Il est important de signaler que l'aspect physique et l'aspect social du langage sont intimement liés et il est impossible d'agir sur l'un sans que l'autre ne soit affecté. En permettant à l'enfant d'acquérir les mécanismes justes de la parole, il est possible d'affiner ses perceptions, de développer son contrôle moteur, et d'accroître sa capacité d'attention. Il peut alors améliorer ses interactions avec les autres, et prendre conscience de ses possibilités.

Le fait d'avoir une division palatine, un voile insuffisamment musclé ou une division labiale ne constitue plus un handicap aussi sévère qu'autrefois : chirurgie, traitements orthophoniques et rééducation contribuent à limiter, voire à annuler, dans certains cas, les inconvénients apportés par la malformation sur le plan fonctionnel, esthétique et social. Mais si la division simple du palais ne peut être soupçonnée par un entourage non averti, quelles que soient les techniques utilisées pour la restauration de la division labiale, il y a toujours un signe discret de l'existence de la malformation résidant soit dans l'étage moyen de la face, soit dans une imperfection discrète de la ligne cutané-muqueuse de la lèvre refaite, soit au niveau des narines. Cependant, la parole reste le plus sûr signal d'une malformation ou d'une insuffisance vélaire. C'est pourquoi il faut toujours tenter le maximum dans ce domaine, l'ambition du chirurgien, du stomatologiste et de l'orthophoniste étant sur ce point exactement le même : enlever jusqu'aux plus légers signes d'un état qui, diminuant le sujet à ses propres yeux, altère parfois son équilibre et sa personnalité.

L'objectif de ce travail est d'observer certains troubles articulatoires liés à cette malformation, d'examiner les réajustements effectués par les locuteurs atteints de ces divisions. Ainsi, à travers diverses analyses des productions de segments de la parole chez ces locuteurs, nous espérons pouvoir mettre en lumière certains résultats, révélateurs des stratégies employées par les locuteurs pour remédier aux perturbations. Nous souhaitons mettre en évidence les conséquences typiquement phonétiques à partir de caractéristiques acoustiques, articulatoires et perceptives de cette pathologie. Les résultats ainsi analysés ont été confrontés aux résultats d'analyses des productions des sujets sains, et il a été possible de décrire la façon dont un enfant atteint de cette malformation du palais réajuste sa production de la parole, face à la perturbation induite par la pathologie, par rapport à un enfant qui ne présente aucun trouble de la parole. Par les différentes analyses que nous présentons dans ce travail, nous souhaitons rendre compte de la *viabilité* possible des unités phonétiques et phonologiques malgré une variabilité omniprésente. Cette notion de viabilité sera largement discutée à travers la Théorie de la Viabilité (Aubin, 1991), transposée au domaine de la production et la perception de la parole par Sock (1998), qui fournit le cadre conceptuel de notre thèse.

Notre thèse se situe ainsi dans le cadre du paradigme des perturbations et des réajustements. La *parole pathologique* correspond à une *perturbation* du système de production de la parole. Elle devrait nous permettre de repérer ces patrons spatio-temporels résistants et linguistiquement pertinents des gestes des articulateurs, lors de la réalisation d'une tâche linguistique. Elle devrait aussi offrir la possibilité d'évaluer le degré de *flexibilité* du système de production de la parole, en dévoilant les réaménagements ou les *réajustements* possibles aux niveaux intra-articulateur et inter-articulateur. Cela reviendra à analyser les différentes stratégies cognitivo-motrices utilisées par les patients pour maintenir la distinctivité phonétique des catégories phonologiques dans des conditions difficiles, en mettant en jeu divers phénomènes de *compensation* (Sock & Vaxelaire 2004 ; Vaxelaire, 2007).

Dans le cadre du paradigme des perturbations et des réajustements, nous savons que la

perturbation du système linguistique peut, en effet, provenir de deux directions majeures (voir Vaxelaire, 1996, pour une tentative de classement des effets perturbateurs du système linguistique en facteurs contextuels dits externes et internes) :

(1) La première est constituée par l'environnement externe, sous forme de source d'événements indépendants, au sens où ces événements ne sont pas déterminés par l'organisation du système lui-même. Le meilleur exemple de ce cas est celui d'un environnement « bruité », les discordances audio-visuelles (*l'effet McGurk*), lors d'une tentative de communication linguistique...

(2) La deuxième est constituée par le système lui-même, sous forme de changements d'états, suite aux modifications des interactions structurelles de ses propres composantes. On peut citer, dans cette catégorie de perturbations, celle qui nous intéresse au premier chef ici, les pathologies de la production-perception de la parole, mais aussi d'autres, telles que les productions sous ou surarticulées (*hypo-hyper speech*), la vitesse d'élocution ...

Les perturbations, qu'elles soient externes ou internes, peuvent provoquer des *changements compensatoires* dans le système de production-perception de la parole (Sock & Vaxelaire, 2001 ; Vaxelaire, 2007). Ces auteurs signalent que cependant, à un autre niveau d'analyse, l'opposition entre facteurs causaux internes et externes sera remplacée par une relation de co-implication, étant donné que le locuteur-auditeur se spécifie mutuellement avec l'environnement. Les changements compensatoires que ce système peut subir – tout en gardant sa cohérence et, en conséquence, l'identité de ses propriétés linguistiques émergentes – peuvent être de deux sortes selon la nature et l'intensité de la perturbation :

(1) Ils peuvent être *conservateurs*, en ce sens que seules les *relations* entre les composantes changent.

(2) Mais ils peuvent aussi être *innovateurs*, au sens où les composantes du système subissent elles-mêmes des modifications.

Cette distinction sera traitée en détail plus loin (*cf.* Chapitre I., section 3).

Organisation de la thèse

Notre étude est constituée de deux grandes parties :

(1) La première partie correspond à l'état de la question. Il sera question dans le premier chapitre (*Chapitre I*) des grands courants théoriques en phonétique, puis nous relaterons, dans le deuxième chapitre (*Chapitre II*), les divers travaux ayant été effectués sur des sujets atteints de divisions palatines. Ces deux premiers chapitres offrent le soubassement sur lequel nous nous appuierons pour l'interprétation de nos données.

Dans cette partie encore, nous ferons, dans le troisième chapitre (*Chapitre III*), le point sur les différentes méthodes d'analyses que nous avons choisies d'utiliser pour notre étude acoustique. Ce troisième chapitre nous permet d'évaluer la validité de ces méthodes, en vérifiant leur efficacité, et de les employer au mieux sur nos propres données. Aussi, ce chapitre rendra compte des divers enseignements que l'on peut tirer d'une telle démarche, grâce à l'analyse acoustique des durées, des formants ou des transitions formantiques.

(2) Dans la deuxième partie, le *Chapitre IV* expose la méthodologie retenue dans notre étude. Nous y présenterons les conditions d'enregistrement, nos différents locuteurs, locuteurs de contrôle et locuteurs pathologiques, ainsi que les corpus élaborés. Aussi, nous expliquerons les démarches expérimentales de nos différentes analyses, en précisant nos démarches pour chacune d'elles.

Nous présenterons ensuite les résultats issus de nos quatre expériences, à savoir, la première, dans le *Chapitre V*, qui traite de l'étude de la durée. Nous observerons précisément la durée des différents paramètres des occlusives étudiées et des voyelles environnantes.

La deuxième expérience, exposée dans le *Chapitre VI*, repose sur la mesure du taux de coarticulation et la recherche d'indices de lieu d'articulation à travers l'équation du locus (grâce aux mesures de F2 au milieu et au début de la voyelle).

Enfin, les troisième et quatrième expériences, en *Chapitre VII* et *VIII* respectivement, ont pour objet les analyses formantiques ; F1/F2 pour la constitution de triangles vocaliques, et F2/F3 pour les transitions voyelle-consonne et les triangles consonantiques.

Nous proposons, tout au long de la thèse, des résumés et des bilans partiels afin de faciliter la lecture du travail.

PARTIE I :

ÉTAT DE LA QUESTION

Cette partie est consacrée à une revue de nos lectures des études relatives à
notre sujet de recherche.

Trois chapitres composent cet état de la question :

- Chapitre I : DROITS ET DEVOIRS DE LA PAROLE : LES LIMITES DE LA
VARIABILITE

- Chapitre II : LA PAROLE FACE À LA PATHOLOGIE : MISE EN PLACE D'UN
PHÉNOMÈNE COMPENSATOIRE, DES « DÉVIATIONS » POSSIBLES À L'ATTEINTE
D'UNE CIBLE

- Chapitre III : CHAPITRE III : RENDRE COMPTE DE LA PAROLE PATHOLOGIQUE
/ PARAMÈTRES D'OBSERVATION

Résumé chapitre I

Dans ce chapitre, il est d'abord question d'exposer le rôle prépondérant que peuvent jouer les structures périphériques du système de production de la parole, en liaison avec leurs efficacités perceptives. Il s'agit en réalité d'examiner l'importance des gestes articulatoires pour le système de la communication humaine, et les conséquences de déviations articulatoires éventuelles liées, par exemple, à la parole pathologique.

Ensuite, les notions de variabilité, d'invariance et de contraintes sont examinées à la lumière de principaux courants théoriques en production et en perception de la parole : la Variabilité Adaptative de Lindblom ; la Théorie Quantique de Stevens ; les Hypothèses de Guenther et Perkell ; la notion du geste en Phonologie Articulatoire de Browman et Goldstein ; la Théorie Motrice de la Perception de la Parole de Liberman et Mattingly ; le principe de coordination et de coarticulation chez Fowler et Saltzman, avec leur modèle de la dynamique des tâches ; la Théorie de la Viabilité en production-perception de la parole, développée au sein de notre laboratoire.

Ces considérations théoriques serviront de soubassement pour la rationalisation de nos données sur la production de la parole par nos sujets porteurs de divisions palatines et labio-palatines, et cela dans le paradigme des perturbations et des réajustements.

CHAPITRE I

I. Droits et devoirs de la parole : les limites de la variabilité

I.0 Introduction

Toute production de parole implique la préparation d'une intention de communication. Traditionnellement, le cerveau était supposé stocker des représentations mentales phonétiques qui requièrent l'existence de cibles articulatoires, acoustiques et perceptives. Les articulateurs seraient ensuite activés par une commande motrice issue du système nerveux central. Ceux-ci exécuteraient différents mouvements, selon les « cibles¹ » à atteindre pour la production des sons visés. Cependant, les recherches actuelles en neurophysiologie nous indiquent que le déroulement des processus impliqués dans la production de la parole ne serait pas si linéaire, voire si simpliste. Il suffit de considérer le rôle que peuvent jouer les réafférences sensorielles ou « feedbacks » pour se rendre compte que l'information provient également des structures périphériques, vers le Système Nerveux Central (voir la section 3. de ce chapitre, consacrée à la Théorie de la Viabilité).

Dans ce qui suit, nous examinerons principalement les facteurs relatifs aux structures périphériques du système de production de la parole, en tentant de montrer le rôle prépondérant qu'elles peuvent jouer en production-perception de la parole. Il s'agit en réalité d'examiner l'importance des gestes articulatoires pour le système de communication humain, et les conséquences de déviations éventuelles liées, par exemple, à la parole pathologique.

Variations et contraintes

Le locuteur ajuste en permanence les paramètres caractéristiques de la production de la parole (vitesse d'élocution, prosodie, pauses...) en fonction de son auditoire (Lindblom, 1996), et de ses aptitudes. Nous verrons plus tard que certaines *variations* interviennent dans la production des phrases, en fonction des connaissances communes et des facultés de perception des locuteurs. Certaines recherches présument que la programmation du processus de production de la parole précise directement des séquences de segments à réaliser (*cibles*), incluant des informations sur le réglage temporel (*timing*). Les séquences cibles introduiraient les modifications des caractéristiques acoustiques et articulatoires des formes canoniques stockées dans le cerveau (Perkell *et al.* 1995). Les séquences cibles discrètes seraient transformées en mouvements articulatoires par des processus articulatoires. Ces cibles discrètes seraient définies en termes de mouvements des articulateurs et de paramètres acoustiques. C'est ainsi que les mouvements articulatoires contraindraient les variations acoustiques dans différentes situations, et ce dans les

¹ Il est bien entendu que la notion de cible est toute relative puisque celle-ci n'est jamais clairement identifiée dans les données articulatoires, acoustiques, voire perceptives.

limites perceptives acceptables qui peuvent être plus ou moins étendues. Si ce point de vue semble être plausible, il est difficilement vérifiable à cause de la difficulté de mettre au jour les facteurs liés à la programmation de ces cibles au niveau central.

En revanche, l'analyse de données articulatoires et acoustiques montre que la parole en tant qu'activité motrice volontaire est régie par un système complexe rempli de *contraintes*. Les contraintes articulatoires entraînant des variations sur l'articulation des sons peuvent être phonologiques-linguistiques, ou encore physiologiques. Notons également la présence de contraintes co-articulatoires engendrées par l'enchaînement des sons sur le plan temporel. Les sons ne sont alors plus produits comme ils le seraient de façon individuelle. Ils sont soumis à l'influence du contexte phonétique.

Face à ces nombreuses contraintes, le système de production s'adapte par différentes stratégies, ce qui conduit à de la variabilité lors de la réalisation des entités phonétiques. Lorsque les contraintes articulatoires et acoustiques le permettent, la cible est atteinte. Lorsque les contraintes sont trop lourdes, les cibles ne sont pas atteintes de manière optimale et la variabilité apparente est intégrée au message de manière intuitive et «inconsciente» par les locuteurs-auditeurs. En d'autres termes, l'articulation est compensée d'une certaine façon, afin d'atteindre la cible acoustique, à défaut de la cible articulatoire. Si aucune des deux n'est atteinte, la perception ne pourra se faire correctement. Cela laisse croire en l'existence de passages obligés dans les régions cibles sous forme de *stabilités spatio-temporels*. Nous savons cependant que le locuteur ne cesse de s'adapter, ses productions étant soumises à toutes formes de variations. L'adaptabilité du locuteur à des conditions perturbatrices étant habituellement démontrée notamment dans le cas de la parole pathologique, il serait difficile alors de croire à une invariance phonétique, articulatoire ou acoustique.

Plusieurs théories traitent de la question de la tension entre la variabilité et l'invariance. Elles peuvent nous éclairer quant aux capacités d'adaptation et de réajustement des locuteurs en général, face aux contraintes, et de fait, de nos locuteurs porteurs de fente palatine en particulier.

I.1. L'obligation de cibles à atteindre

Si les gestes ont une marge de manœuvre assez large pour effectuer les sons de la parole, ils ont un devoir à accomplir ; des cibles à atteindre. En effet, quel qu'en soit la manière, le but est le même : il s'agit de préserver la distinctivité phonologique. Les théories que nous présentons dans cette section (qui doit beaucoup à la lecture de Sock, 1998) illustrent la nature flexible de la parole pour un résultat qui, pourtant, doit être stable.

I.1.1. La Théorie Quantique de Stevens (1972, 1985, 1989, 1991, 2002, 2005)

La Théorie Quantique (*Quantal Theory*) relate l'existence de l'invariance acoustico-auditive dans le signal de la parole. Stevens (1985) définit les cibles comme étant des régions dans l'espace acoustique et articulatoire, par les principes quantique, dynamique et distributionnel. Les propriétés acoustiques, ayant un rôle perceptif, restent invariantes quels que soient les locuteurs et les contextes phonétiques. Le but acoustique devient alors plus important que le geste lui-même.

Selon Stevens (1985 ; 1991) il existerait une organisation hiérarchique des traits phonologiques qui structurent le lexique, ainsi qu'une représentation directe de ces indices sous forme de *caractéristiques acoustiques invariantes* du signal de parole. Pour lui, le locuteur doit apprendre les différents modèles de coordination des articulateurs, afin de remplir les exigences acoustique-auditives du code phonologique. "*Given this view of the feature-based structure of the lexicon and the way in which the various features are represented in the sound, we can speculate on the implications for strategies for speech production. [...] [In producing speech sounds] speakers must learn patterns of coordination of the various articulators that satisfy [the] acoustic requirements.*" (Stevens, 1991, p. 86).

De ce fait, et par opposition à la proposition de la Théorie Motrice de Liberman *et al.*, (1967, 1985), l'espace de contrôle, pour Stevens (1991), serait acoustique, étant donné que le locuteur coordonnerait ses mouvements au mieux pour doter le signal acoustique des indices spectraux et temporels invariants, directement associés au code phonologique.

L'ensemble des conclusions de Stevens (1991) repose sur ses travaux, menés en collaboration avec Blumstein depuis les années 70. Suite à une série d'expériences sur la perception du lieu d'articulation de consonnes occlusives /b, d, g/ dans des stimuli de synthèse du type consonne-voyelle, Stevens et Blumstein (1978) tentent de prouver l'existence de propriétés acoustiques invariantes permettant la caractérisation du lieu d'articulation de la consonne, indépendamment du contexte vocalique. Leurs données montrent que la forme globale du spectre, calculé au relâchement (soit la détente acoustique) de la consonne, diffère selon le lieu d'articulation. Ainsi, ils observent :

- un pic spectral proéminent dans les fréquences moyennes (1 à 3 kHz) pour les vélares ;
- un spectre "diffus" et montant pour les dentales ; et
- un spectre "diffus" et descendant pour les labiales.

Sock (1998) rappelle qu'il fallait cependant passer d'un invariant statique à un *invariant dynamique*, plus tard, pour pouvoir se rendre compte de distinctions phonologiques plus fines telles que la distinction entre /b/ et /w/ (Blumstein, 1986). Toutefois, l'hypothèse de base ne change pas avec ce réaménagement de la théorie. Pour Blumstein (1986) il existerait une invariance acoustique dans le signal de parole correspondant aux traits phonétiques d'une langue. Elle pose que le signal de parole serait hautement structuré, dans le sens où il contiendrait des

modèles acoustiques invariants. Ces modèles correspondent à la dimension phonétique de la langue, associés aux segments linguistiques et aux traits phonétiques. En outre, ces modèles resteraient invariants, quels que soient les locuteurs, les contextes phonétiques et les langues :

"There is acoustic invariance in the speech signal corresponding to the phonetic features of natural language. That is, it is hypothesized that the speech signal is highly structured in that it contains invariant acoustic patterns for the phonetic dimension of language relating in particular to linguistic segments and to phonetic features, and that these patterns remain invariant across speakers, phonetic contexts, and languages." (Blumstein, 1986, p. 178).

Il s'agit alors de rendre compte des facteurs qui façonnent les caractéristiques acoustiques et articulatoires utilisées pour signaler les distinctions linguistiques. Comme le font par ailleurs remarquer Lindblom et Endgstrand (1989), la Théorie Quantique est une théorie des traits distinctifs qui, contrairement à la théorie relativement axiomatique de Jakobson *et al.* (1963), tente de rationaliser l'origine des traits à partir de l'observation des phénomènes articulatoires et des résultats acoustiques associés.

Ce constat fait, il importe de signaler que le lien entre une théorie de l'invariance acoustique et la Théorie Quantique n'est pas clairement défini chez Stevens (1989). Blumstein (1989) souligne ce fait, en disant que les propriétés invariantes ne sont pas intrinsèques aux paramètres acoustiques dans la Théorie Quantique et que seule la *stabilité* de l'acoustique par rapport à l'articulatoire peut être inférée. Elle admet, toutefois, qu'une théorie de l'invariance acoustique ne peut être viable sans une Théorie Quantique sous-jacente, puisqu'elle requiert l'émergence d'un nombre défini de propriétés acoustiques invariantes à partir d'un nombre potentiellement infini de configurations articulatoires. Ainsi, l'existence d'invariants acoustiques dans le signal de parole apparaît dans le cadre de la Théorie Quantique (*Quantal Theory*) proposée par Stevens (1972 ; 1989). Le raisonnement de base de cette théorie consiste en la non-linéarité du passage de l'articulatoire à l'acoustique, responsable de l'existence de zones de l'espace articulatoire pour lesquelles le résultat acoustique est stable (Zones I et III dans la Figure 1), et de zones où une petite variation du paramètre articulatoire implique une variation abrupte du paramètre acoustique (zone quantale (Zone II)). Lorsqu'un paramètre articulatoire varie de manière linéaire, il arrive que les conséquences acoustiques varient de façon non régulière. C'est-à-dire que, dans certaines zones articulatoires, des mouvements qui seront sans conséquences acoustiques (résultat stable) sont observables.

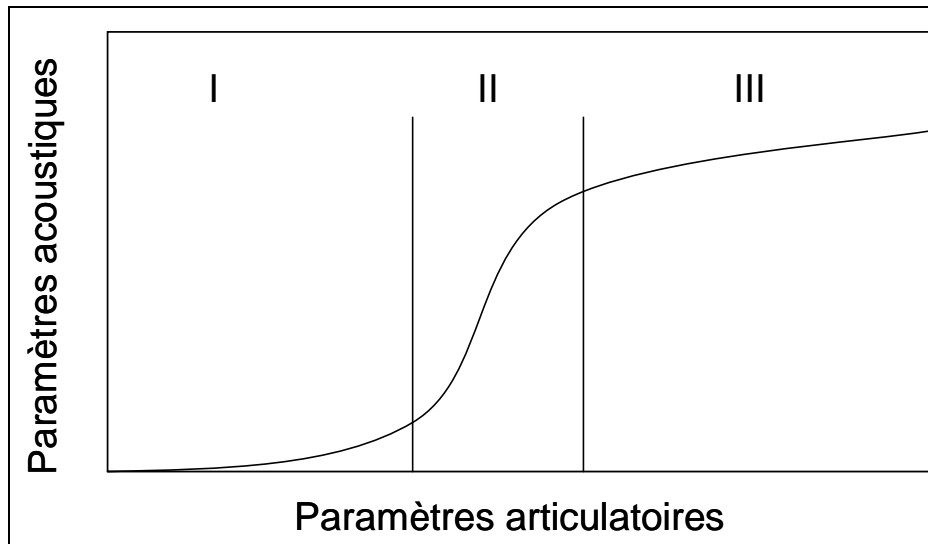


Figure 1 : Non-linéarité du passage d'un paramètre de commande articuloire à un paramètre de sortie acoustique dans le paradigme de base de la Théorie Quantique. (Adaptée de Stevens, 1989).

Les relations articulatori-acoustiques sont de nature quantale dans la mesure où les variations acoustiques se font par paliers et les variations articuloires de manière continue. La théorie suggère que ces relations quantales entre les paramètres acoustiques, articuloires et perceptifs sont un facteur déterminant pour la sélection des attributs articuloires et acoustiques employés par le locuteur pour signaler les distinctions linguistiques.

Ladefoged (1983), lui, s'oppose à cette théorie. Il considère que si les locuteurs favorisent certains points dans la zone de dispersion possible, c'est simplement qu'ils sont plus faciles à réaliser et non pas pour leur nature quantale. En effet, il n'existerait pas de qualité vocalique préférentielle, en dehors, peut-être, des voyelles [i, a, u], qui offrent un maximum de distinction dans la mesure où ce sont des points extrêmes dans l'espace articuloire (et non en raison du fait qu'une grande variation articuloire aurait peu de conséquences acoustiques). Aussi, il signale que certains objets peuvent être regroupés selon un « air de famille » (*family resemblance*) au niveau articuloire, sans que ceux-ci soient nécessairement corrélés.

Clements et Ridouane (2006), dans leur revue de la Théorie Quantique, proposent deux grandes familles de définitions des traits quantiques :

- (1) Les définitions contextuelles ; les indices acoustiques ou auditifs seraient détectés uniquement lorsque les traits ont une position dans un contexte approprié.
- (2) Les définitions intrinsèques ; les indices se trouveraient alors dans le segment lui-même.

Nous pensons que cette théorie est une illustration adéquate de relations non linéaires entre gestes articuloires et leurs conséquences acoustiques. Effectivement, la variation de certains paramètres articuloires n'a aucune conséquence au niveau acoustique, tandis que d'autres, même plus minimes, peuvent entraîner une réorganisation remarquable de l'espace acoustique et donc du message linguistique. La production de certains sons tolère une plus grande

variabilité des gestes articulatoires sans pour autant que le résultat acoustique soit modifié. Nous dirions alors que pour cette catégorie de sons, leur espace de viabilité est plus large. C'est le cas par exemple de la production de la voyelle [a], où le paramètre critique du contrôle est la constriction pharyngale, les autres régions du conduit vocal ayant des degrés de liberté plus grands. Certains sons auront alors des zones de *viabilité* plus étendus que d'autres. En d'autres termes, la réalisation de tels sons implique moins de contraintes articulatoires pour obtenir un résultat acoustique désiré. Nous y reviendrons. Nous tâcherons de voir si ce phénomène existe chez nos locuteurs atteints de division palatine. La parole pathologique étant souvent source d'information sur la parole *normale*, nous verrons si certaines perturbations articulatoires entraînent de grandes déviations acoustiques et si d'autres, plus importantes, n'engendreraient pas de changement manifeste.

I.1.2. Les théories de Guenther (1995) et Perkell *et al.* (1993, 2000), Guenther et Perkell (2004)

Pour Guenther, les cibles sont spécifiées dans un espace acoustique, et non dans un espace articulatoire. Elles prennent la forme d'un ensemble de valeurs acceptables de modèles et de trajectoires formantiques. Son modèle, DIVA, prône l'existence d'un contrôleur de haut niveau qui permettrait de viser la cible à atteindre. Pour ce faire, ce contrôleur comparerait la constriction dans le conduit vocal à la position cible désirée, et ferait évoluer les variables de contrôle de façon à réduire la distance séparant les deux positions.

Pour Perkell *et al.* (1993), les cibles sont des combinaisons de paramètres acoustiques et articulatoires. Les séquences de segments constituant les mots sont représentées dans le système nerveux central comme des régions auditives spatio-temporelles. Les mécanismes de contrôle moteur visant la production des sons de la parole sont fondés sur des cibles auditives pouvant être identiques à des cibles acoustiques. Les cibles sont alors des régions dans un espace dimensionnel acoustico-perceptif. A chaque son de la parole correspondent plusieurs cibles acoustiques, et les différents styles de parole peuvent faire varier l'espace de cibles. Cela est attesté pour les locuteurs porteurs de fente palatine par exemple. Les données de la littérature (par exemple, McWilliams *et al.*, 1990 ; Trost-Cardamone, 1990 ; Hardcastle *et al.*, 1991 ; Hardcastle & Gibbon, 1997) montrent que ces locuteurs présentent de multiples variations acoustiques, qui réfèrent à un même son. De la même façon, l'accélération de la vitesse d'élocution entraînerait une compression de l'échelle de temps des régions cibles, tandis que la dimension acoustique serait plus large pour une parole plus lente.

I.1.3. Phonologie articulatoire et la notion de « cible »

Revenons à présent sur la notion de « cible » articulatoire, et donc sur la notion de geste articulatoire. Il s'agit d'un terme complexe englobant de nombreuses valeurs, et variables, qui font partie intégrante de cette notion de « cible ». Nous aborderons donc dans ce qui suit certains points, même si nous proposons de les réexaminer plus loin.

Définition générale de la notion de geste

Dans leur Phonologie Articulatoire, les gestes sont, pour Browman et Goldstein (1989 ; 1990):

- a) des entités ayant une spécification spatio-temporelle ;
- b) présentés comme des structures coordinatives.

Browman et Goldstein (1989) définissent le geste comme étant *l'unité de base de la structure phonologique*. Le geste serait une *unité discrète*, pré-linguistique inhérente au développement de l'enfant, pouvant être exploitée comme élément du système phonologique au cours du développement. Le geste n'est pas considéré simplement comme le mouvement d'un articulatoire mais est une primitive de la Phonologie Articulatoire, et une unité d'action dans la production de la parole.

Deux aspects du geste articulatoire sont à prendre en compte selon Lindblom (1991) ; tout d'abord, il faut noter que le geste, fortement *malléable et adaptable*, montre une grande *plasticité*.

Ensuite, le choix d'un geste parmi un ensemble est gouverné par des lois. Ainsi, il suggère que le geste phonétique peut être perçu comme des *adaptations* et des *contraintes* à des mécanismes moteurs et perceptuels indépendants du langage et non spécifiques à la parole.

Liberman et Mattingly (1985) défendent l'idée de *l'invariance* du geste articulatoire (*cf.* Chapitre I., section 1.4) tandis que pour Lindblom (1990), les locuteurs sont capables de réaliser une *réorganisation des gestes phonétiques* pour atteindre un but acoustique constant, avec des « cibles » perceptives désirées (*cf.* Chapitre I., section 2.1).

Pour Öhman (1966), il n'y aurait aucun moyen de définir une catégorie phonétique en termes purement acoustiques. Cela s'explique par le fait que l'information relative à une consonne donnée peut être amenée par une transition montante dans un contexte vocalique, et par une transition décroissante dans un autre contexte vocalique (Liberman *et al.*, 1954).

Les catégories phonétiques seraient des phénomènes « polymorphiques » (Kluender *et al.*, 1988), car, si un contraste suffisant est perceptible, il est possible de distinguer les items lexicaux les uns des autres. Leur nature polymorphique et la notion de contraste suffisant impliquent qu'il n'existerait pas une seule propriété ou un seul indice suffisant qui devrait toujours être présent pour les membres de la catégorie.

Les facteurs articulatoires jouent un rôle dans la délimitation de l'espace phonétique des voyelles (Lindblom, 1971), mais au-delà de ce fait, ils seraient essentiellement négligés à l'intérieur d'une catégorie donnée. L'articulation joue un rôle important (Lindblom *et al.*, 1984) et les contraintes de production tendent à contrebalancer les demandes de contrastes perceptifs. Les travaux de Lindblom *et al.* (1984) ou de Schwartz *et al.* (2002) semblent indiquer que les systèmes vocalique et consonantique étaient organisés pour répondre à une demande de « contraste suffisant ». L'inventaire des gestes phonétiques serait sélectionné pour optimiser le contraste et la « prononçabilité » des segments individuels. Les gestes phonétiques peuvent donc être vus comme des adaptations à des contraintes motrices et perceptives qui ne sont pas nécessairement spécifiques à une langue donnée.

Les gestes ne sont donc rien de plus que des éléments variables et adaptatifs au service de la production de la parole. Ils doivent pour cela être suffisamment contrastifs mais ne sont pas nécessairement invariants physiquement. On note également le besoin d'adaptation de la part des organes du conduit vocal lors de la production de ces gestes, particulièrement pour rendre possible la coarticulation de ces gestes (la parole étant constituée d'une succession des gestes qui s'organisent et s'adaptent, en se réajustant si besoin).

Organisation des gestes

Dans un article de 1992, Fowler décrit les caractéristiques phonologiques et articulatoires de la parole. Ainsi, elle énonce que la production de chaque mot implique des séquences intriquées, comportant différents niveaux temporels de gestes pour les différents composants ; une telle organisation constituerait les voyelles et les consonnes d'un mot. Les gestes articulatoires peuvent servir d'indices pour l'émergence de segments phonologiques, mais ne peuvent pas être eux-mêmes des segments phonologiques.

Les segments phonologiques sont *discrets*, dans le sens où ils ne peuvent ni se chevaucher, ni fusionner. Les traits eux-mêmes décrivent les postures statiques du conduit vocal ou leurs conséquences acoustiques. En conséquence, la liste des traits servant à la prononciation d'un mot décrit une succession d'images acoustiques ou de clichés du conduit vocal. En revanche, les actions qui se produisent à l'intérieur du conduit vocal, conduisant un message à un auditeur, n'auraient aucune de ces propriétés. En effet, les actions associées à une consonne ou à une voyelle donnée se chevauchent et apparaissent imbriquées dans les actions correspondant à la production de la voyelle ou à celle de la consonne voisine. *In fine*, les unités fondamentales des articulations apparaissent comme des actions, et non comme des postures. La durée serait, en conséquence, intrinsèque au langage, contrairement au message linguistique qui, lui, en serait extrinsèque.

Si la description des actions du conduit vocal incluait des propriétés physiques telles que la coarticulation, le message linguistique serait déformé. Ces descriptions seraient alors fausses. L'objectif premier serait, selon Browman et Goldstein (1986, 1989, 1995), de travailler sur le développement d'une phonologie qui n'attribuerait pas les propriétés à des segments phonologiques non-prédictibles en tant qu'action du conduit vocal. Le second objectif, selon

Fowler (1980), et Saltzman et Munhall (1989), serait de trouver une perspective, dans l'action du conduit vocal, qui serait conforme à la structure phonologique des énoncés prononcés. Fowler (1992, 2007) souligne, en outre, l'importance de la coarticulation qui, comme nous le savons, est un aspect central de la production du langage.

La Phonologie Articulatoire évoque deux notions de base ; celle du *geste articulatoire* et celle du *geste phonétique*. Le geste articulatoire résulterait des mouvements des articulateurs qui dépendent de conditions aérodynamiques, et serait régi par des lois de synergie. Le caractère des gestes phonétiques suppose simultanité et convergence des différents articulateurs lors de leur production, contrairement à Chomsky et Halle (1968) qui posaient l'hypothèse d'une position neutre pour chaque articulateur, dans le cadre de leur théorisation du fonctionnement du niveau articulatoire.

Selon Browman et Goldstein (1989), les gestes articulatoires sont considérés comme des unités phonologiques ou « atoms of phonological representation ». Les gestes articulatoires, définis dans leur dynamique, peuvent être considérés comme unité de base servant à la représentation phonologique. Etant de nature spatio-temporelle et possédant une durée propre, ils représentent l'unité phonologique primitive. Ayant une valeur contrastive, ils seront utilisés pour caractériser des données de mouvements articulatoires et pour constituer une base d'unités phonologiques. Sur la base de l'analyse et de la description des articulateurs définis en tant que gestes articulatoires, Browman et Goldstein (1990) proposent une explication quantitative et statistique de la représentation de l'organisation articulatoire. Dans un article de 1992, ils posent que les gestes se caractérisent par des faits physiques et réels qui se déroulent pendant le processus de production. La Phonologie Articulatoire décrit les unités lexicales selon les réalisations physiques que représentent les gestes, les gestes deviennent alors les unités de base des contrastes des unités lexicales, autant que l'unité de base de l'action articulatoire.

Notons que chaque locuteur adapte ses gestes articulatoires en fonction des situations de parole. Chaque langue impose ses propres caractéristiques, en ce qui concerne les gestes articulatoires, et cela indépendamment des contraintes de production et de perception inhérente à cette langue (Browman & Goldstein, 2000).

Les gestes décrits dans leur dynamique seront définis comme variables du conduit vocal. La théorie phonologique note deux hypothèses fondamentales ; le caractère modulaire et l'invariance du geste. Au plan articulatoire, la « cible » articulatoire correspondrait à l'intersection des « positions de stabilité maximale » des différents articulateurs.

Nous proposons dans ce qui suit d'examiner le phénomène gestuel dès son origine, à savoir, au stade du babillage. Nous pourrions ainsi tenter de comprendre la perturbation de l'articulation chez nos jeunes locuteurs, à partir de connaissances prélinguistiques.

A l'origine du geste linguistique : le babillage

Les gestes seraient des unités dont l'identification pourrait se faire par l'observation des mouvements coordonnés des articulateurs du conduit vocal. En effet, de nombreux auteurs tels que Fry (1966), Locke (1986), Studdert-Kennedy (1987), ou encore Vihman (1996) ont défendu l'idée

d'un geste pré-linguistique, au service de la production des premiers mots. Browman et Goldstein (1990) présentent ces gestes pré-linguistiques comme devenant des unités d'opposition ; le développement phonologique implique une distinction et un contrôle des gestes, ainsi qu'une coordination inter-gestuelle, correspondant à une structure phonologique plus large. L'analyse du babillage montre qu'il ne s'agit, en fait, que de simples gestes de constrictions vocales, qui évolueront par la suite en structures phonologiques plus complexes. On peut cependant constater que certaines de ces productions sont réalisées par des constrictions localisées à différents endroits dans le conduit vocal ayant des aspects de contrôle indépendants. Dès lors, comme le soutient Locke (1986), ces balbutiements peuvent être considérés non seulement comme étant liés au développement anatomique et neurophysiologique de l'enfant, mais surtout comme un début d'acquisition du langage. Ces gestes vocaux deviennent linguistiquement significatifs lorsque l'enfant commence à prononcer ses premiers mots. En effet, Vihman (1996) montre que l'on retrouve les consonnes les plus souvent émises chez un enfant dans ses balbutiements, à une fréquence élevée dans la production de ses premiers mots. Il est donc tout de même possible d'établir un lien entre les gestes non linguistiques des balbutiements de l'enfant et les gestes utilisés dans les premiers mots, en examinant chaque enfant individuellement. En comparant les productions de l'enfant à la structure gestuelle du parler des adultes, deux schémas de développement, dépendant l'un de l'autre, ressortent : la distinction et le contrôle des gestes individuels d'une part, et la coordination de ces mêmes gestes pour un mot donné, d'autre part.

Nous reviendrons sur la question du babillage dans le Chapitre II., section 2.2, en abordant notamment les travaux de MacNeilage (1994) ; MacNeilage et Davis (2003) par exemple.

Cette première caractérisation du geste en donne donc une définition assez globale, puisque celle-ci prend en compte également le côté pré-linguistique du geste. Nous proposons dans le paragraphe suivant d'examiner les propositions de Browman et Goldstein pour une caractérisation gestuelle de la parole.

Vers une description plus élaborée du geste

Browman et Goldstein (1990) proposent une définition, suite à un travail en collaboration avec Saltzman et Rubin (1987), qui a donné lieu à une représentation des structures phonologiques en termes de gestes, où le geste serait une caractérisation abstraite des mouvements articulatoires, à l'intérieur du conduit vocal. Selon le modèle de la dynamique des tâches, chaque geste est défini précisément à partir d'un ensemble d'équations (Saltzman, 1986 ; Saltzman *et al.*, 1989 ; 2000). Les gestes d'un énoncé donné sont organisés autour d'une structure de coordination, ou d'une constellation, et sont représentés par une partition de gestes. Cette partition spécifie l'ensemble des valeurs des paramètres dynamiques, pour chaque geste, ainsi que l'intervalle temporel durant lequel chaque geste est activé. A l'intérieur de cette dynamique des tâches, le but d'un énoncé donné est spécifié en termes de dimension de tâches indépendantes appelées « *vocal tract variables* », ou variables du conduit vocal. Chaque variable est associée à un ensemble d'articulateurs, dont les mouvements déterminent la valeur de cette variable. Dans la version actuelle de leur modèle, les gestes sont spécifiés en termes d'une ou de deux variables (les gestes vocaliques impliquent par exemple une

paire de variables déterminant le lieu et le degré d'aperture). La différence entre deux gestes réside donc dans le « réglage » de la valeur du paramètre dynamique et continu. Dans le but de représenter les valeurs des paramètres d'un geste, on aura recours à un ensemble de descripteurs montrant quel articulateur est impliqué dans la réalisation d'un geste donné, ainsi que des valeurs numériques du paramètre dynamique d'un geste en particulier.

Chaque geste peut alors être défini par une structure descriptive distincte selon des critères articulatoires qui renvoient, pour la description d'un son du français, à des critères traditionnels tels que le mode articulatoire, le lieu d'articulation, le trait d'oralité et de nasalité et la labialité. En tant qu'unité de base de la structure phonologique, précisons que les gestes sont perçus comme relativement abstraits et portent une double fonction : ils caractérisent un mouvement articulatoire observé, mais ils constituent aussi des unités de contraste.

Insertion et agrégations de gestes

Nous avons pu voir ici que les gestes étaient des unités ayant une spécification spatio-temporelle spécifique. Par rapport à cela, Browman et Goldstein (1990) démontrent comment de simples changements, comme un chevauchement entre deux gestes voisins, par exemple, peuvent entraîner différents types de variations phonétiques et phonologiques. La compréhension de ces notions d'insertion et d'agrégation de gestes pourrait nous être utile lors de l'examen des déviations articulatoires chez nos sujets pathologiques, susceptibles d'aboutir à des intrus segmentaux dans leurs productions. Grâce à une représentation computationnelle, Browman et Goldstein (1990) ont pu observer les coordinations spatio-temporelles des gestes, afin d'analyser les phénomènes visibles, à partir d'unités lexicales dont la base est le geste. Ainsi, un ensemble de gestes pour différents items lexicaux peut se distinguer par la présence ou l'absence d'un geste particulier. Le fait que chaque geste ait une étendue temporelle qui lui est propre, et puisse donc chevaucher d'autres gestes, peut générer des variations contextuelles de différents types, tels que la variation acoustique, les variations allophoniques (une consonne orale en contact avec une consonne nasale pourra, par exemple, être elle aussi nasalisée) et les différentes configurations coarticulatoires. Browman et Goldstein (1990) ont montré une grande variété des différences observées pour la prononciation d'un mot, de façon isolée puis, dans un contexte fluent. Ainsi, ils ont pu montrer que les divers cas de figure articulatoires et coarticulatoires pouvaient être expliqués à partir de changements relativement simples dans le déroulement temporel du geste global. Ils notent d'abord une réduction de l'amplitude des gestes individuels (au niveau spatial et temporel), puis une augmentation des chevauchements de gestes. Ces variations sont décrites comme étant des suppressions, des insertions, des assimilations, ou encore des affaiblissements. Les conséquences dépendent évidemment de la nature des gestes, sujets à ces chevauchements. Si, par exemple, deux gestes se réalisent à des endroits distincts dans le conduit vocal, il se peut que la variabilité n'ait aucune conséquence. En revanche, un chevauchement important pourrait provoquer l'apparition d'un nouveau geste, même si celui-ci est inaudible. En effet, lorsque deux gestes réalisés sur le même plan articulatoire se retrouvent en compétition, il se peut alors qu'ils soient fusionnés, annulant le plus faible ou donnant lieu à une assimilation qui changerait la nature de l'un des deux gestes.

Une étude articulatoire et acoustique de Pouplier et Goldstein (2005) a permis de montrer

que les erreurs de productions peuvent être graduelles ou partielles ; il se peut ainsi qu'elles soient imperceptibles. Ces erreurs sont alors expliquées en tant qu'activation d'un geste à un moment inapproprié durant la production de la parole. Cela évoque encore la possibilité pour deux gestes d'être réalisés simultanément.

Ces observations dépendent de la rapidité et de la nature fluente de l'élocution. Cette approche gestuelle permet de prédire certains changements linguistiques sur ce même modèle. Le geste est une unité cohésive : la création d'une constriction est le résultat de l'action coordonnée d'un groupe d'articulateurs qui se déplacent pour la former en respectant aussi bien son degré que sa position. Browman et Goldstein (1990) ont voulu voir quel lien pouvait exister entre les structures gestuelles et les caractéristiques géométriques. Selon ces derniers, il serait utile d'incorporer les gestes aux traits géométriques. Une telle analyse permet de réorienter la description d'une structure phonologique. Grâce à cette approche, il devient en effet possible de donner des règles, quant au lieu d'articulation et au degré de la constriction, pour lesquels des gestes s'étendent, ou au contraire s'annulent. La représentation géométrique des gestes se fait sur deux axes différents : le plan temporel et le plan spatial. Cela est particulièrement utile lorsque les gestes ne sont pas simultanés dans une unité phonologique, car l'influence des traits se révèle de façon plus claire en termes spatiotemporels.

Bien que les gestes proviennent de la description de mouvements articulatoires, ils peuvent néanmoins fournir des constructions utiles à la représentation articulatoire. En effet, ceux-ci constituent une organisation pouvant agir comme unité phonologique. Les ensembles de gestes fournissent une notation utile pour les représentations phonologiques non linéaires. Les gestes peuvent être regroupés en unités de différents niveaux (utilisant associations linéaires ou plans au niveau de la structure prosodique, en tenant compte de la simultanéité, de la succession ou du chevauchement partiel des gestes).

Il est vrai que la Phonologie Articulatoire met l'accent plutôt sur la dimension motrice de la parole que son aspect acoustique.

Le geste : unité phonologique de base ?

Nous avons donc pu voir, grâce aux travaux de Browman et Goldstein (1990), que les gestes articulatoires, définis comme dynamiques, sont les unités appropriées pour servir d'unités de base à la représentation phonologique. Les gestes sont des unités naturelles, non seulement parce qu'ils impliquent les mouvements des articulateurs orientés vers un but, mais aussi parce qu'il est possible de soutenir l'idée qu'ils émergent depuis les unités discrètes pré-linguistiques chez l'enfant.

En retenant les gestes comme unités de base pour une description phonétique et phonologique d'une langue, les contraintes, incluant les chevauchements de gestes, deviennent des éléments cruciaux pour la compréhension des changements historiques de la langue. Par leur nature spatio-temporelle, les gestes font ainsi partie des bases d'une langue données et de ses modifications.

La notation phonologique développée pour l'approche gestuelle peut être combinée à d'autres notations. Les cinq composants de cette notation, dérivant de la première version qui

incluait le geste comme unité phonologique primitive, comprennent le degré de constriction (mode articulaire), la durée, le lieu d'articulation, la pertinence géométrique et les informations structurelles de l'ensemble. Ainsi, les gestes peuvent servir tant de caractérisation des mouvements articulaires que d'unités de base de la représentation phonologique.

Nous pensons que malgré la pertinence de la notion gestuelle pour la description phonétique et phonologique d'une langue, la Phonologie Articulaire reste une théorie incomplète. Elle ne permet pas, par exemple, à partir du simple critère gestuel, et sans évoquer la dimension acoustique, de caractériser la diversité des sons des langues du monde de façon exhaustive.

Le cadre conceptuel de la Phonologie Articulaire est proche de celui développé pour l'élaboration de la Théorie Motrice de la Perception (TMP) de Liberman et Mattingly (par ex., 1985). Les deux théories sont issues des Laboratoires Haskins. Nous proposons de parler brièvement de la TMP dans ce qui suit puisque nous n'avons pas procédé à des tests de perception pour notre thèse.

I.1.4. La Théorie Motrice de la Perception

Comme l'écrit Sock (1998), cette théorie a été développée par Liberman *et al.* (Liberman *et al.*, 1967 ; Liberman & Mattingly, 1985). Selon ces auteurs, il y aurait un invariant physique en parole qui serait de nature articulaire, et plus précisément de nature gestuelle, avec une prise en compte de la dynamique des mouvements articulaires. A partir d'une série d'expériences, ils ont pu démontrer qu'un auditeur ne peut distinguer les deux parties ou composants acoustiques d'un percept uniquement dans un classement catégoriel qui serait de nature phonétique et gestuelle.

L'expérience phare de cette théorie est celle qui met en évidence la "perception duplex" des événements de parole et de non-parole. Dans cette expérience de perception auditive, les stimuli synthétiques sont présentés normalement, en écoute binaurale, sur un continuum entre les syllabes /ga/ et /da/. Nous savons, depuis le travail de Harris *et al.* (1958), qu'il est possible de faire la distinction entre ces deux syllabes en manipulant la direction de la transition du F3 : elle est montante pour /ga/ et descendante pour /da/. Lorsque ces stimuli sont présentés à des sujets, ils perçoivent toujours et clairement soit /ga/ soit /da/ pour les extrêmes de la série, ou une catégorie ambiguë pour les stimuli situés au milieu du continuum.

Dans cette expérience, on considère ces stimuli comme étant composés de deux parties :

- 1) la transition de F3, correspondant à la partie variable ; et
- 2) la partie vocalique stable plus les transitions des deux premiers formants, correspondant à la partie de base.

L'auditeur intégrerait les deux parties dans un classement catégoriel qui serait de nature phonétique.

Selon Liberman (1984), il existerait un module spécialisé de perception de la parole. Celui-ci fonctionnerait de bas en haut, empêchant que les modules cognitifs de décodage de haut niveau aient accès aux différentes composantes du percept.

Suivant le raisonnement de Liberman et Mattingly (1989), une question importante se pose alors : pourquoi le langage, une capacité considérée comme étant hautement cognitive semble fonctionner à un niveau clairement pré-cognitif.

Selon ces derniers, l'efficacité perceptive de la parole est liée à deux phénomènes : 1) tout d'abord, il existe un nombre réduit d'unités phonologiques de base, qui sont rassemblées en combinaisons plus ou moins libres pour constituer les parties du discours. 2) Ensuite, la relative inertie des articulateurs est compensée par une coarticulation des segments phonologiques à produire. Ils en concluent que le chevauchement spatial et temporel des unités du code est indispensable pour permettre la production de la parole à une vitesse d'élocution raisonnable. C'est, en réalité, ce phénomène de coarticulation qui compliquerait le processus de perception de la parole, rendant non-linéaire la correspondance entre les gestes phonétiques successifs et les segments acoustiques successifs.

Le signal acoustique étant de nature hautement variable, par rapport à la représentation phonologique en termes de mouvements des articulateurs, Liberman et Mattingly (1985) proposent de rechercher un invariant dans le domaine articuloire. Cette proposition d'analyses du phénomène de la parole sous forme de structures articuloires élémentaires plus petites a été exploitée, tel que nous l'avons développé *supra*, par Browman et Goldstein (1989), dans leur Phonologie Articuloire, où les gestes sont des structures coordinatives, des entités ayant une spécification spatio-temporelle. Cette théorie s'est établie également grâce au modèle mathématique qu'est le « task dynamic model », décrit *infra*, et développé par les laboratoires Haskins (Saltzman, 1986 ; Saltzman *et al.*, 1989 ; 2000).

Pour appuyer ce point de vue, Fujimura (1991) explique que le passage d'une description articuloire à une description acoustique de la parole est particulièrement non-linéaire, au sens où une superposition linéaire de gestes ne se traduit pas par une combinaison linéaire de paramètres acoustiques. Selon ce raisonnement, il ne serait pas juste de privilégier le niveau articuloire par rapport au niveau acoustique si ce passage était linéaire pour ce qui concerne la localisation de l'invariance physique en parole. En revanche, l'information au niveau moteur, selon Fujimura, se présente de telle sorte que la relation entre l'articuloire et la représentation phonologique est quasi linéaire.

Pour Fowler (1993), il semblerait que les auditeurs emploient une « constellation » de conséquences acoustiques de gestes linguistiquement signifiants du conduit vocal, comme information sur la source. Les auditeurs trient alors les gestes et ne gardent que ce qui est linguistiquement signifiant.

Cette section a mis en avant les exigences de stabilité (invariance pour certains) en production-perception de la parole. Ces exigences permettent de comprendre pourquoi, au niveau perceptif, certaines variations telles que celles produites par les locuteurs pathologiques sont perçues comme des erreurs. En effet, la théorie quantique (Stevens, 1985) met en avant l'invariance des propriétés acoustiques (Blumstein, 1986), plaçant le but acoustique dans un rang supérieur aux contraintes gestuelles. Il en va de même pour Guenther (1995) et Perkell (1993, 2000), qui définissent la «cible» comme une région dans un espace dimensionnel acoustique perceptif. En revanche, la Phonologie Articulatoire, décrit la cinématique des gestes comme étant malléable, adaptable et dotée de plasticité. Et le geste lui-même, en tant que structure coordinative, serait un phénomène linguistique invariant. Selon la Théorie Motrice de Liberman et Mattingly (1985) aussi, il existerait un invariant physique en parole qui serait de nature gestuelle. L'ensemble de ces auteurs prône l'existence d'invariants, même s'ils ne s'accordent pas sur la nature de ceux-ci.

Développons à présent la notion de plasticité du geste de la parole, qui met en avant le fait que les articulateurs conservent tout de même une large zone de liberté pour la réalisation des gestes, liberté qui donne aux locuteurs pathologiques la possibilité de s'écarter des cibles tout en restant parfois dans le cadre de ce qui est linguistiquement acceptable. Nous verrons en effet que malgré les contraintes linguistiques, les variations autorisées s'opposent à l'établissement de cette notion d'invariance.

I.2. Variabilités autorisées et contraintes

La parole, dans son organisation, est soumise à de grandes variabilités. Pour atteindre la cible, une part de variabilité est possible, mais reste limitée par un grand nombre de contraintes. C'est cette facette de la production de la parole que nous proposons de discuter dans ce qui suit.

I.2.1. Notions de cibles, de commandes et la Théorie de la Variabilité Adaptative de Lindblom (1987, 1990, 1996)

Cette théorie met en avant la capacité des locuteurs à adapter leur production de parole, suivant la situation de communication.

Les variabilités liées à la parole entraînent des différences de timing dans les différents contextes. Les cibles articulatoires et acoustiques ne sont pas toujours atteintes, et sont alors considérées comme un *phénomène de ratage de la cible articulatoire*, ou «undershoot» (Stevens & House, 1963). Même lorsque ce «ratage» est lié à la durée, ou au contexte du geste (Lindblom, 1963 a et b), la cible articulatoire fondamentale d'un phonème quelconque resterait invariante. En

effet, plusieurs expériences indiquent que les cibles articulatoires et acoustiques peuvent être atteintes en vitesse d'élocution rapide, malgré la courte durée du segment (Engstrand, 1987 ; Gay 1978 ; Kuehn & Moll, 1976 ; Meffert & Green, 2010). En outre, Nord (1986) a observé un « ratage » lors de la production d'un énoncé en suédois, en parole non accentuée, dans le cas d'un allongement final de voyelle. L'aptitude du système de production de la parole à se réorganiser selon des variables internes ou externes est alors clairement apparue. La notion de hypo-hyper speech, sur laquelle nous reviendrons, souligne encore la capacité de réajustement en production de la parole.

Dans les années '60 et '70, une grande partie des variabilités dévoilées par les signaux de parole, telles que les coarticulations vocaliques et consonantiques (Öhman, 1967), était expliquée en termes de chevauchements spatio-temporels de commandes adjacentes (MacNeilage, 1970). Ainsi, des études relatives à *l'articulation compensatoire* ont démontré que des énoncés produits avec un « bite-block » ne présentaient que très peu de variabilité par rapport aux productions canoniques. Cela permet de conclure à la capacité compensatoire du locuteur, grâce à ces commandes qui gèreraient les chevauchements spatio-temporels de manière invariantes. Le succès des compensations implique une réorganisation des gestes articulatoires qui doit être contrôlée par des représentations cibles ou des commandes liées à ces productions.

L'émergence de la phonétique clinique, particulièrement développée ces dernières années, a permis de faire de très nombreuses études illustrant la capacité compensatoire des locuteurs (nous citerons, à titre d'exemples parmi d'autres, Savariaux *et al.* 2001, Morris & Ozanne, 2003 ; Gibbon & Crampin, 2001, Gibbon *et al.*, 2005 ; 2006).

Nous observerons, plus précisément chez nos locuteurs porteurs de fente palatine s'ils réussissent à mettre en place des stratégies individuelles de compensation. Si la capacité de réajustement est possible chez chaque individu, elle devrait pouvoir apparaître chez le locuteur pathologique qui déploierait alors ses propres stratégies.

La notion de cible devrait être définie, selon Lindblom (1987), comme le rendement acoustique que le locuteur veut atteindre, plutôt qu'en termes de simples invariants articulatoires. Si l'invariance n'est pas articulatoire, se peut-il qu'elle soit acoustique ?

Stevens et Blumstein (1978) prônent que le signal acoustique contient de véritables invariances physiques correspondant aux segments et aux traits phonétiques.

Leur théorie acoustique de l'invariance (voir *infra*) soutient que, malgré les combinaisons consonnes-voyelles, une certaine constance est toujours présente dans le signal acoustique. Cependant, de grandes variabilités relatives lors de la réalisation de consonnes et de voyelles sont observées selon les différents contextes. Malgré ce constat, l'identité de ces voyelles et de ces consonnes est préservée. Dans de tels cas, la coarticulation apparaît davantage comme absence d'une véritable invariance acoustique, mais la conservation de l'identité globale.

Notons, suivant des études attestées dans la littérature (*cf.*, *e.g.*, Chapman *et al.*, 1998 ; 2003 ; Gibbon *et al.* 2004 ; 2005 ; Gibbon, 2004), que les locuteurs porteurs de fente palatine

affichent de telles variabilités, tout en conservant, souvent, l'identité des voyelles et des consonnes ; cela pourrait aller dans le sens d'une variabilité contrôlée.

Lindblom (1987) se pose judicieusement la question de savoir si l'invariance acoustique ne serait pas en fait qu'une invariance auditive globale.

Plusieurs études ont démontré que l'invariance acoustique présuppose forcément un processus auditif. De plus, il a été montré que le langage est un processus très souple. En effet, nous sommes capables de faire varier nos productions de façon plus ou moins rapide, avec ou sans un certain relâchement, nonchalamment ou clairement, et cela en fonction du public auquel nous nous adressons. Labov (1972) affirme que nous changeons également notre prononciation en fonction des règles sociales gouvernant les interactions entre le locuteur et l'auditeur. Cependant, cette dernière considération est plutôt sociologique, en conséquence nous n'en parlerons pas davantage.

Nous retiendrons trois types d'invariance supputées : 1) une invariance articulatoire, 2) une invariance acoustique et 3) une invariance auditive. Mais quelles sont les implications de la variabilité et de l'invariance, par rapport aux différents styles d'élocution ?

Lindblom (1987) répond à cette question en disant que toutes les informations se trouvent dans le signal, et plus particulièrement dans sa dynamique, lorsqu'il dit : « All the information is in the signal, particularly in its dynamics ». Mais pour valider ces propos, il faut accepter le fait que les locuteurs, en faisant varier leur style d'élocution, contribuent à augmenter la variabilité des aspects physiques de la parole. Or des énoncés dans lesquels les unités linguistiques sont intelligibles révéleront toujours un noyau invariant d'informations linguistiques physiques. C'est le noyau même d'une voyelle ou d'une consonne qui devrait être conservé.

Le problème de l'invariance ne serait pas une question acoustique. Finalement, l'invariance ne saurait être définie qu'au niveau de la compréhension globale de l'auditeur.

Si la stratégie de la *Variabilité Adaptative* fonctionne réellement lorsque deux interlocuteurs communiquent efficacement, il est possible de résoudre certains paradoxes liés à la question de l'invariance. La variabilité phonétique intra-locuteur est une caractéristique qui montre, dans un cadre écologique d'échanges linguistiques, qu'il ne saurait y avoir d'invariance physique absolue, mais plutôt de la variabilité limitée au domaine du viable. Nous reviendrons sur la notion de viabilité lorsqu'il s'agira de la Théorie de la Viabilité (Chapitre I., section 3.)

MacNeilage (1970) disait, à propos de la question de l'invariance, « ...the essence of the speech production process is not an inefficient response to invariant central signals, but an elegantly controlled variability of response to the demand for a relatively constant end ». En d'autres termes, le processus de production de la parole n'est pas qu'une réponse à un signal invariant central mais une variabilité élégamment contrôlée en réponse à la demande d'une cible relativement stable. Nous pensons que cette formulation peut être considérée comme plausible dans la mesure où la cible « relativement stable » n'est plus définie de façon articulatoire ou acoustique, ni auditive, mais est spécifiée uniquement au niveau de la compréhension globale du locuteur.

Analysant un corpus de parole spontanée (*self generated speech*), Lindblom et Lindgreen

(1985) considèrent que la notion d'invariant physique n'est pas pertinente dans le domaine de la phonétique, puisqu'elle ne peut être définie qu'au niveau de la compréhension globale de l'auditeur ; "*The invariance problem is not a phonetic issue at all for ultimately invariance can be defined only at the level of listener comprehension.*" (Lindblom, 1987).

Ainsi, contrairement aux théories *Motrice et Quantique* (développées *supra*) qui toutes les deux postulent l'existence d'un invariant associé à un invariant phonologique, la Théorie de la *Variabilité Adaptative* s'appuie sur la notion d'adaptabilité du locuteur, et renonce à l'hypothèse de l'existence d'une Invariance Physique Absolue (*Absolute Physical Invariance*, Lindblom, 1987) dans le signal de la parole. Les paramètres physiques décrivant la parole seraient variables à tous les niveaux pour un message linguistique invariant.

Selon Lindblom (1987), l'exigence de distinctivité perceptive de la part de l'auditeur et la demande d'économie articulatoire du locuteur seraient les deux forces antagonistes caractéristiques du fonctionnement du système moteur de production de la parole. Et le concours de ces deux forces serait le principal responsable des phénomènes de variabilités obtenues en production de la parole. Pour les illustrer, Lindblom (1987) réalise un schéma représentant les domaines d'hyper- et hypo-articulation en parole, qui correspondent aux possibilités de compensation dans l'interaction entre le locuteur et l'auditeur, en fonction des informations provenant du contexte et du signal (voir Figure 2).

La notion d'*hypo-articulation* est associée au concept d'atteinte de cible phonétique dans un principe d'économie. Le locuteur s'adapte aux contraintes de production en faisant en sorte de conserver une parole compréhensible. Dans le cas de l'*hyper-articulation*, le locuteur choisit de sur-articuler pour s'adapter aux conditions de communication, l'atteinte de la cible est alors en accord avec la demande de l'auditeur et la situation d'énonciation.

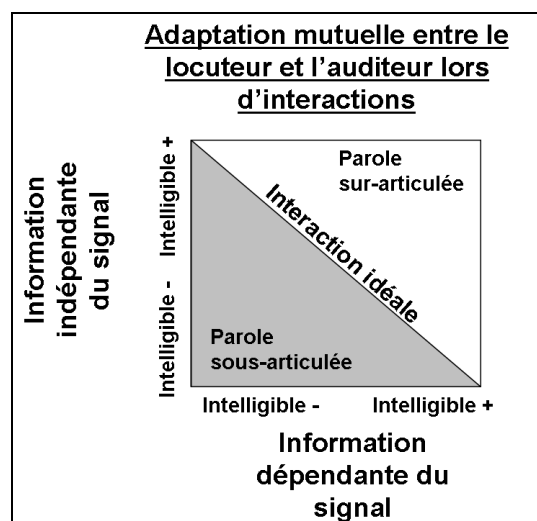


Figure 2: Domaines d'hyper- et d'hypo-articulation en parole, en fonctions des informations du contexte et des informations dans le signal, selon la Théorie de la Variabilité Adaptative. (Adaptée de Lindblom, 1987).

Dans la Figure 2, l'axe y représente la quantité d'information préalable à toute élocution et l'axe x correspond à la quantité d'information explicite dans le signal, sous le contrôle direct

du locuteur. Lindblom (1987) soutient l'idée que le locuteur adopte une stratégie de *Variabilité adaptative* en s'efforçant de se placer le plus proche possible de la diagonale idéale (ideal cases). Le locuteur utilise alors les compétences de compréhension de l'auditeur, tout en répondant aux exigences implicites de ce dernier. Sock (1998) rappelle qu'en se fondant sur cette notion d'*adaptabilité* du locuteur, la Théorie de la Variabilité Adaptative rejette toute notion de présence d'invariants physiques dans le signal de parole. Pour cette raison, les paramètres physiques décrivant la parole seraient variables à tous les niveaux pour un message linguistique invariant.

Là encore, il serait intéressant d'examiner la stratégie adoptée par nos locuteurs porteurs d'une fente palatine, dans le cadre de la Théorie de la Variabilité Adaptative. Auront-ils, eux aussi, recours au principe d'économie, ou tâcheront-ils de sur-articuler afin de rendre leur message compréhensible ? Nous essayerons d'apporter des éléments de réponse à ces questions lorsque nous analyserons nos données (*cf.* Partie II).

Intéressons nous à présent au principe de coordination et de coarticulation, ce principe étant à la base de la production de la parole. Nous savons en effet que les sons ne sont pas énoncés les uns après les autres mais qu'il s'agit bien d'une production finement coordonnée, donnant lieu à des degrés coarticulatoires variables.

I.2.2. Le principe de coordination et de coarticulation (Fowler & Saltzman, 1993)

Nous proposons dans cette section de présenter des notions relatives au principe de coordination et de coarticulation. Nous reviendrons sur les notions de coarticulation et de résistance articuloire dans la section suivante, qui concerne le modèle dynamique des tâches, puis plus précisément lorsque nous développerons le principe d'équation du locus (III.2.), notamment chez Fowler (2005), par exemple. Ces notions de coarticulation et de résistance articuloire pourraient nous permettre de mieux décrire et expliquer certaines de nos données.

Fowler et Saltzman (1993) considèrent le concept de coordination et de coarticulation en production de la parole dans le contexte d'un modèle de dynamique des tâches « *task-dynamics model* » (*cf.* Chapitre I, section 2.3). La coordination reflèterait l'établissement transitoire de relations contraintes par les articulateurs produisant conjointement des actions linguistiquement significatives dans le conduit vocal, c'est-à-dire le geste phonétique. Ils attribuent le besoin de ces contraintes, en partie, aux conditions de chevauchements articuloires en production de la parole.

La coarticulation reflèterait l'activation temporelle des contraintes de coordination pour les différents gestes phonétiques. Fowler et Saltzman (1993) attribuent à un bas niveau des interactions, parmi les contraintes de coordination, celle du contexte sensible aux chevauchements temporels des gestes.

Un des objectifs de leur recherche est de comprendre la relation entre la coarticulation et la coordination en production de la parole. Selon eux, les deux constructions théoriques, à savoir la coarticulation et la coordination, reflètent différentes perspectives pour la même organisation caractéristique du conduit vocal, en production de la parole. Un geste est composé de mouvements articulatoires, mais tous les mouvements ne sont pas considérés comme des gestes. En effet, les conséquences passives engendrant l'activation d'un articulateur, lors de la production d'un geste demandant un articulateur en particulier, ne sera pas considéré comme un geste.

La coordination serait obtenue par l'exécution de contraintes liées à des composants bien définis, créant ainsi des dépendances entre eux. Ces contraintes réduisent tous les degrés de liberté du système et sont rassemblées de façon transitoire (Turvey, 1990). Les contraintes de coordination entraînent la réalisation de certains gestes phonétiques. En effet, la dépendance existante entre certains articulateurs va amener conjointement des ensembles macroscopiques sous la forme d'un geste phonétique (par exemple, pour la fermeture bilabiale, il y a un mouvement de la mâchoire et des lèvres inférieure et supérieure).

Le phénomène de coarticulation, lui, référerait au fait que pour n'importe quel point t donné durant un énoncé, l'influence des gestes associés à plusieurs segments adjacents peut généralement être observée par les modèles acoustiques ou articulatoires du langage. Ce phénomène est considéré comme étant très important pour la production du langage.

Selon Daniloff et Hammarberg (1973), c'est ce phénomène de coarticulation qui engendrerait les facteurs liés à l'assimilation d'un son par un autre. Ainsi, dans certains contextes coarticulatoires, un segment peut transformer les caractéristiques d'un autre, si le trait phonologique de ce dernier présente peu ou pas de résistance.

Les différents degrés de résistance coarticulatoires observés dans diverses études sur les effets C-V et V-C sont considérés comme des contraintes articulatoires de degrés et de natures différents. Elles peuvent être fonctionnelles ou physiques, ou encore lié à un couplage mécanique entre les parties de la langue. Les données de Recasens (1999) montrent que les contraintes de production sont, par exemple, plus grandes lorsque la langue est directement impliquée dans la formation d'une constriction, ou pour les voyelles antérieures de petites apertures, par rapport aux voyelles postérieures de petite apertures. Recasens (2002) montre également que le degré de contraintes articulatoires (degree of articulatory constraints : DAC model) associé à un geste peut compter pour l'étendue temporelle et la direction de la coarticulation (par exemple, la coarticulation anticipatoire dépend fortement des segments précédents et vice et versa).

Les effets de coarticulation pourraient ainsi être, pour différents articulateurs, étroitement liés aux modèles de coordination inter-articulatoire.

Selon un autre point de vue, les segments phonétiques, dans une séquence, ne modifieraient pas un autre segment dans son essence linguistique. Il y aurait chevauchements temporels (ou coproduction) dans l'exécution des contraintes de coordination qui se produisent dans le conduit vocal (Fowler, 1977, 2007 ; Hardcastle, 1985, 1999, 2006 ; Marchal, 1988, 2009).

De ce point de vue, le contexte, sensible dans le domaine acoustique ou articuloire, relève essentiellement de la dynamique des interactions gestuelles durant la coproduction.

Deux questions se posent alors : 1) Quel processus gouverne la durée par rapport aux contraintes de coordination des gestes pour un énoncé donné ? 2) Et lorsqu'il s'agit d'un chevauchement temporel, ou de coproduction, comment agissent leurs influences réciproques, en formant les flux articuloire et acoustique, au cours du processus gestuel ?

Fowler et Saltzman (1993) concluent que les contraintes de coordination sont établies de façon transitoire afin d'exécuter les gestes phonétiques du langage. Si la trajectoire par laquelle les articulateurs peuvent atteindre la cible peut varier, les contraintes, elles, s'assurent que l'atteinte de la cible elle-même soit invariante. Il est question ensuite de l'exécution de contraintes de coordination interarticuloire pour la production d'un simple geste, ainsi que de modélisation de telles contraintes dans le cadre du modèle de la dynamique des tâches ou « *task-dynamics model* » (Saltzman, 1986 ; Saltzman *et al.* 1987 ; Saltzman & Munhall, 1989).

I.2.3. Le modèle de la dynamique des tâches - *The task dynamics model* (Saltzman *et al.* 1987)

Une des tâches majeures en production de la parole est de créer et déclencher des constriction localement dans les différentes régions du conduit vocal (*e.g.* les lèvres pour les consonnes bilabiales, ou entre le dos de la langue et le palais pour certaines voyelles).

Dans le modèle de dynamique des tâches, certaines constriction sont contrôlées par un système dynamique avec deux fonctions distinctes, mais ayant des niveaux interactifs. Le niveau de coordination intergestuel est défini de façon relative à un ensemble d'activations coordonnées. Le niveau de coordination interarticuloire, lui, est défini selon deux ensembles : le modèle articuloire et les coordonnées des « *tract variable* ». L'identité linguistique de chaque unité gestuelle est définie indépendamment du contexte, par un ensemble de paramètres dynamiques. Les valeurs de chaque activation de gestes définissent la force avec laquelle le geste forme les mouvements dans le conduit vocal, selon ses propres buts phonétiques.

Les « *tract variable* » et modèles articuloires associés à chaque geste spécifient la constriction particulière dans le conduit vocal (*e.g.* bilabiale) et un ensemble d'articulateurs (*e.g.* lèvres et mâchoire), dont les comportements sont directement affectés par l'activation des gestes.

Le niveau intergestuel permet une synchronisation temporelle, ainsi qu'une cohésion des gestes qui participent à un énoncé donné (*e.g.* pour le dos de la langue et le geste bilabiale dans une séquence voyelle-consonne bilabiale-voyelle).

Dans les simulations de la dynamique des tâches, chaque type de constriction est associé à une paire typique de « *tract variable* ». L'une renvoie à la localisation de la constriction, le long de l'axe longitudinal du conduit vocal, l'autre réfère au degré de la constriction, mesurée perpendiculairement à l'axe longitudinal sur le plan sagittal.

Etant donné que nos propos se situent dans le paradigme de la perturbation et des compensations, nous pensons qu'il serait utile de voir de plus près comment le modèle de la dynamique des tâches capture ces phénomènes.

Perturbations mécaniques et compensation articuloire

Les phénomènes de perturbations et de compensation seront développés dans le Chapitre II, dans lequel nous nous attacherons plus particulièrement à cette problématique dans les productions de sujets porteurs de fente palatine. Cependant, puisqu'il sera également question de perturbation et de résistance dans les paragraphes qui suivent, donnons dès à présent quelques éléments introductifs.

Le modèle de la dynamique des tâches rend compte des mécanismes propres à la spécificité des gestes lors d'une articulation compensatoire, afin de simuler la perturbation mécanique délivrée à des articulateurs spécifiques. Fowler et Saltzman (1993) ont procédé à une expérience comparant un cas normal de fermeture bilabiale à un cas où la mâchoire était bloquée lors de cette fermeture. Ils ont constaté que la compensation se produisait à travers des redistributions rapides et automatiques de l'activité, en plus d'un ensemble articuloire comportant des gestes spécifiques.

Les auteurs ont cherché les raisons pour lesquelles les locuteurs établissent des contraintes de coordination, parmi les articulateurs permettant la flexibilité des gestes phonétiques, plutôt que d'opter pour une trajectoire simple vers la cible, en contexte libre. Une raison importante serait la coarticulation. En effet, celle-ci peut être considérée comme source naturelle de perturbations articuloires. Les phénomènes de compensation pour les perturbations inhérentes à la parole normale seraient traités par les mêmes processus de contrôle et de coordination articuloire que les phénomènes de compensation aux perturbations externes.

La fusion intergestuelle selon le modèle de la dynamique des tâches

Dans le modèle de la dynamique des tâches, les effets articuloires des coproductions gestuelles varient en fonction du degré de chevauchement sur le geste cible. Cela dépend donc du degré avec lequel un geste peut partager les articulateurs nécessaires pour sa production. Aussi longtemps que le chevauchement sera incomplet, des interférences minimales existeront parmi les gestes coproduits et chacun pourra alors atteindre ses propres cibles phonétiques.

Voyelles et consonnes partagent certains, mais pas tous les articulateurs pour leur formation. Les cibles de constriction apico-alvéolaire, par exemple, peuvent être canoniquement similaires, mais diffèrent au niveau articuloire en fonction de l'identité des voyelles adjacentes.

Plusieurs gestes coproduits semblent n'en former qu'un, constituant une fusion de gestes (Löfqvist, 1990). Par ailleurs, les additions de gestes semblent être générées uniquement par les gestes cibles, caractérisés par un simple « tract variable » dans le modèle de la dynamique des tâches.

Le phénomène de coarticulation offre une explication à la production de la parole, où les effets coarticuloires résultent essentiellement, dans un contexte spécifique, des interactions

entre des unités gestuelles invariantes durant des périodes de coproductions, plutôt que d'altérations d'un contexte spécifique de l'identité linguistique intrinsèque de ces unités.

Avec le modèle de la dynamique des tâches, Kelso *et al.* (1986) visent à réconcilier l'invariance profonde de la parole, dégagée des analyses linguistiques traditionnelles, et la variabilité de surface telle qu'elle est observée dans les expériences acoustico-articulatoires. Le contrôle d'une action est fonctionnel, et l'atteinte d'une cible discrète est caractérisée par un point d'attraction. Ce point d'attraction correspond, plus ou moins, à une configuration adéquate du conduit vocal.

I.2.4. Résistance coarticulatoire : une autre façon de comprendre les perturbations

Les effets coarticulatoires créent eux-mêmes le contexte de leur résistance (Bladon & Al-Bamerni 1976 ; Recasens, 1984 ; Keating, 1990). Si les cibles d'un geste phonétique donné sont réalisées de façon invariante, alors les perturbations coarticulatoires qui atteignent les gestes voisins se limiteraient aux articulateurs en tant qu'effecteurs finaux. Ces perturbations ne sont pas inhérentes à la production du geste désiré, et n'interfèrent pas dans l'atteinte de la cible gestuelle. La capacité d'un geste donné à résister potentiellement à une influence perturbatrice des gestes voisins est appelé « résistance coarticulatoire » par Bladon et Al-Bamerni (1976). Farnetani (1990) a observé qu'une forte résistance coarticulatoire, dans la production d'un geste, est associée à une « agression coarticulatoire » du geste qui en précède ou qui en suit un autre.

Farnetani (1990) de poursuivre : «[...] *the sounds that block or reduce the coarticulatory effects of the neighbour sounds are also exerting the strongest effects, in other words they exhibit the least contextual variation and induce the greatest.* ». Soit, les sons qui bloquent ou qui réduisent les effets de coarticulation des sons voisins exercent également les effets les plus remarquables. En d'autres termes, ce sont de tels sons qui affichent les variations contextuelles les plus réduites et induisent les variations les plus marquantes.

La planification d'un geste, ainsi que sa production, devraient être exécutées sans conséquences notoires sur les sons adjacents. Ainsi, la variation contextuelle observée dans les séquences articulatoires et acoustiques se ferait essentiellement de manière à ce que les gestes coarticulatoires restent cohérents, les uns par rapport aux autres, le long du conduit vocal.

Nous reviendrons sur le phénomène de résistance coarticulatoire dans le Chapitre III.2., où nous verrons qu'elle peut être quantifiée à l'aide de l'équation du locus, par exemple.

I.3. La liberté de parole et ses limites : la Théorie de la Viabilité en production-perception de la parole

Cette théorie nous intéresse tout particulièrement dans notre étude sur la production de la parole par des sujets porteurs de fente palatine. Cette théorie conçoit la notion de « cible » comme un espace de réalisation. Elle peut s'appliquer directement à l'observation de la parole pathologique, dans la mesure où nous constaterons, à l'aide de nos données, que des locuteurs réorganisent leurs productions selon leurs propres contraintes anatomiques tout en respectant, tant que possible, un « espace » dit viable pour la réalisation du phonème souhaité. Rappelons que cette théorie est développée au sein de notre laboratoire à partir de données normales et pathologiques (Sock, 1998, 2001 ; Sock et Vaxelaire, 2004).

La Théorie de la Viabilité est une théorie mathématique qui fournit des métaphores mathématiques de l'évolution de macro-systèmes apparaissant dans divers domaines scientifiques, dont les sciences cognitives (*cf.* Aubin, 1991). L'objectif principal de cette approche est de rationaliser, dans le domaine des sciences cognitives, l'évolution d'un organisme régulé par des dynamiques non déterministes spécifiques, ainsi que par des contraintes de viabilité, afin de mettre au jour l'interaction des diverses composantes auto-organisées du système sous-jacent à sa régulation.

En admettant que le système de production-perception de la parole soit un système auto-organisé, intégré dans cette organisation globale qui est le tout du vivant, lui même auto-producteur et auto-organisé, la démarche épistémologique consistera à appréhender l'apparition, ainsi que le comportement des catégories phonétiques et phonologiques, comme étant des processus neurocognitifs émergeant d'un système soumis à des contraintes sensori-motrices de viabilité (voir, par exemple, Sock, 1998 et 2001)

I.3.1. Notions et concepts

Nous proposons d'exposer au préalable quelques notions et concepts qui devraient permettre une lecture plus aisée de la Théorie de la Variabilité appliquée au domaine de la production et de la perception de la parole.

Interactions structurelles et perturbations

Nous l'avons vu *supra* (Chapitre I., section 2) ; la perception et la production de la parole imposent des contraintes par rapport à leur réalisation, et s'imposent des contraintes mutuellement. En effet, le système auditif-perceptif impose ses contraintes dans la sélection des sons pour la communication parlée (Stevens, 1975 ; 1981) et l'appareil phonatoire a dû évoluer de manière à produire une zone de variations des sons exploitable par la capacité auditive-perceptive du sujet humain (Lieberman *et al.*, 1971).

Il arrive parfois que les composantes d'une unité se modifient suite à une interaction structurelle, c'est-à-dire suite à une interaction entre deux unités composites, soit avec une autre unité, soit avec le milieu dans lequel l'unité évolue. Cette modification ou ce changement structurel peut intervenir sans que l'organisation globale de l'unité soit réaménagée. Il est alors question de la plasticité de l'unité, et l'interaction structurelle à laquelle résistera ou non l'unité est à considérer comme une perturbation (Sock, 1998). Le phénomène d'assimilation peut être cité comme exemple d'interaction d'unités ; lorsque l'occlusive [p] se trouve en contact avec la constrictive [R] dans une séquence [pR], la constrictive voisée peut s'assourdir sous l'effet d'un phénomène d'assimilation progressive.

La perturbation d'un système autopoïétique*², tel que celui de la production-perception de la parole, permet parfois d'évaluer la robustesse de ce système. Cette perturbation peut provenir de deux sources majeures (Vaxelaire, 1996 ; 2007) :

1) la première est constituée par l'environnement externe, sous forme de source d'événements indépendants (non déterminés par le système lui-même), comme entité physique possédant sa propre clôture opérationnelle (par ex : un environnement bruité) ;

2) la deuxième est constituée par le système lui-même, sous forme de changements d'état, suite aux modifications des interactions structurelles de ses propres composantes. A titre d'exemple, citons les effets de l'augmentation de la vitesse d'élocution ou les contraintes physiques liées particulièrement à une pathologie.

Perturbations et changements compensatoires

Les perturbations internes ou externes peuvent engendrer des *changements compensatoires* dans le système de production-perception de la parole. Les changements compensatoires que ce système autopoïétique* peut subir, tout en conservant sa cohérence, et donc l'identité de ses propriétés linguistiques émergentes, prennent deux formes différentes selon la nature et l'intensité de la perturbation.

1) Ils peuvent être *conservateurs* ; dans ce cas, seules les relations entre les composantes changent.

2) Ils peuvent être également *innovateurs*, c'est à dire que les composantes du système subissent elles-mêmes des modifications. Nous verrons que dans le cas productions par des sujets porteurs de divisions palatines, les changements compensatoires seront surtout *innovateurs*, même si les deux types de changement peuvent exister.

Dans le premier cas, où les changements sont conservateurs, les perturbations dites externes ou internes, responsables de ces changements, ne provoquent pas de modifications dans la stratégie de réalisation de l'opposition linguistique : les composantes préservent une stabilité relative dans leur interaction (l'augmentation de la vitesse d'élocution provoque une compression des durées absolues des classes phonétiques mais ne modifie pas les stratégies gestuelles utilisées pour maintenir les oppositions de qualité vocalique, par ex.). Le scénario reste donc

² Les notions marquées d'un astérisque (*) renvoient au glossaire.

structurellement inchangé malgré la perturbation, qui est ici l'accélération de la vitesse d'élocution.

Dans le second cas, celui des changements innovateurs, au contraire, les perturbations entraînent un changement dans la manière dont l'opposition linguistique est réalisée ; il s'agit d'une réorganisation de l'interaction des composantes du système. C'est dans cette lignée que s'inscriront nos observations sur les modifications éventuelles, liées aux perturbations induites par les fentes palatines.

Notons que c'est la *plasticité** du système de production-perception de la parole, ainsi que sa tendance à l'équilibre homéostatique*, qui permettent l'intervention de changements structurels sans qu'il y ait modification de l'organisation globale de celui-ci. Le système a donc la propriété de maintenir relativement stable la dynamique de ses états internes, ainsi que la cohérence globale de son organisation.

Il arrive que le système de production-perception de la parole ne puisse plus adopter différents états cohérents, ou que son organisation n'arrive plus à conserver la stabilité nécessaire face à une perturbation interne ou externe. Cela amène alors à la désintégration du système et donc à la perte de l'identité de ses propriétés émergentes. Des catégories sensori-motrices non viables linguistiquement apparaissent dans de telles conditions. Cela est parfois le cas dans la production de la parole chez les locuteurs atteints de fente palatine, si la pathologie est trop sévère.

Perturbations et neutralisation d'oppositions

La dérive d'une seule catégorie en deçà d'une valeur critique, de compression de sa durée par exemple, pourrait provoquer la perte de son identité linguistique. En outre, la dérive de deux termes d'une opposition phonologique peut aboutir à la neutralisation de l'opposition linguistique, sur le plan temporel et spatial, du fait de la collision des catégories. Dans ce cas, une seule des deux trajectoires se révèle incongrue pour la viabilité de l'opposition.

La notion de *viabilité* en production de la parole est à mettre en relation avec la *résistance* des oppositions phonologiques, ainsi qu'en relation avec les trajectoires adoptées par des catégories articulatoire-acoustiques, sur le plan temporel. Il importe également d'évaluer la résistivité des configurations du conduit vocal, le degré de leurs modifications et les conséquences acoustiques de tels changements spatiaux.

Ces deux notions sont importantes pour la description et l'analyse des locuteurs porteurs de fente palatine. Nous verrons en effet que ces derniers négocient entre perturbation et résistance afin de conserver leurs productions à l'intérieure de zones dites viables.

I.3.2. D'une logique prescriptive à une logique proscriptive

Passer d'une logique prescriptive à une logique proscriptive, c'est ne plus considérer que tout ce qui n'est pas permis est interdit, mais plutôt que tout ce qui n'est pas interdit est permis. En se plaçant dans un contexte proscriptif, il devient plus aisé de comprendre, par exemple, la

notion de sélection darwinienne comme étant un processus visant à écarter ce qui n'est pas compatible avec la survie et la reproduction.

Il s'agit alors de déterminer l'ensemble des trajectoires viables ou qui ne vont pas à l'encontre de la survie d'un organisme (Aubin & Cellina, 1984).

En production de la parole, différentes trajectoires peuvent être empruntées, par exemple, lors de la translation de catégories phonétiques provoquée par une augmentation de la vitesse d'élocution. En effet, de nombreuses données montrent (*cf.* Sock, 1998, 2001, par exemple) que cette translation ne suit pas une trajectoire unique et optimale pour le maintien des oppositions linguistiques ; les diverses trajectoires adoptées, tout en étant assez variables, restent plus ou moins viables selon les locuteurs. En d'autres termes, la séparation entre les catégories phonétiques reste suffisamment distincte malgré la variabilité intra-classe parfois remarquable. Une opposition phonologique correspondrait à un processus qui consiste à sélectionner les trajectoires possibles, tant qu'elles ne violent pas la cohérence du système sémiotique ; cette procédure de sélection se ferait par tâtonnement, appelé aussi *bricolage* ou *tinkering* en anglais. Sock et Lofqvist (1995) ont pu montrer, par exemple, que les durées absolues des consonnes occlusives voisées ou non voisées pouvaient varier de manière très sensible sans pour autant que cette variabilité ait un effet destructeur sur la perception catégorielle de ces consonnes. Une telle variation semble exister dans la production de certains de nos locuteurs porteurs de fente palatine ; elle ne changerait pas forcément la qualité perceptive du message.

Ainsi, le phénomène de variabilité, omniprésent en production-perception de la parole, serait largement responsable de l'absence de cohérence apparente de certains comportements phonétiques. Cette variabilité apparente s'estompe alors, lorsqu'elle est replacée dans la perspective de la viabilité des patterns, quels que soient leurs aspects.

I.3.3. Vers une modélisation théorique de structures viables

Précisons ce concept de viabilité suivant Aubin (1991). Il s'agit de considérer la description dynamique de la clôture du système de production-perception de la parole comme faisant émerger, non une solution unique et optimale, mais plutôt un ensemble de solutions linguistiquement *possibles*. Le système de production-perception de la parole doit choisir parmi un ensemble de trajectoires articulatoire-acoustiques possibles, celles qui restent dans le domaine des contraintes assurant sa continuité : c'est le sous-espace de la viabilité linguistique. Le système de production-perception de la parole ne possède pas de contrôleur externe fournissant des entrées bien définies ; il est défini par sa propre clôture, c'est-à-dire l'intégration d'activités sensori-motrices articulatoires et acoustiques qui configurent ce qui pourrait compter comme perception et action pertinentes. Chaque changement d'état constitue la base du nouvel état spécifié par la dynamique de la clôture qui, éventuellement, peut être modifié par un couplage structurel avec une autre entité ou par un élément perturbateur quelconque.

Le système de production-perception cesse de fonctionner lorsqu'il n'existe plus d'états cohérents. Son domaine de désorganisation sera ainsi défini.

Dans le domaine de la production-perception de la parole, la cohérence du système serait toujours proche de l'unité globale de ce système, puisqu'il réalise un grand nombre de trajectoires articulatoire-acoustiques, tout en restant dans des états linguistiquement viables. Tout se passe comme si le système pouvait trouver un comportement viable à l'intérieur d'un espace de survie.

Le locuteur porteur de fente palatine « cherche » ces limites de viabilité et s'en sert pour construire un système de compensation qui lui est propre, en fonction de ses propres contraintes, particulières, liées à la structure de sa cavité buccale et à la dynamique de ses gestes articulatoires.

Considérant le système de production-perception de la parole comme un système autonome du vivant, les capacités métadynamiques sont essentielles pour leur capacité de viabilité, et donc pour leur capacité *d'adaptabilité* dans des contextes nouveaux et variés. Cela correspond à la nature flexible et plastique de l'organisation spatio-temporelle de la production de la parole. Ce constat peut être démontré par l'observation de la production d'une parole pathologique. Ainsi la production-perception de la parole ne serait pas un système de production et /ou de perception d'intentions ou de buts linguistiques, mais plutôt une capacité à faire émerger les contraintes sensori-motrices linguistiquement viables.

L'*apprentissage* des structures linguistiques comme processus cognitif consiste à transformer le comportement du système de production-perception de la parole intégré dans l'unité locuteur-auditeur. La construction d'une nouvelle conduite articulatoire-acoustique se fait au niveau de ce système, soit comme le résultat d'une interaction globale ou locale, soit à travers des changements viables, suivant les contraintes spécifiques aux transitions d'un état relativement stable ou identifiable à un autre. Ici encore, les locuteurs présentant une pathologie devraient faire face à des contraintes supplémentaires et apprendre de nouvelles stratégies par bricolage.

Il est impossible pour le système de production-perception de la parole de déterminer à l'avance les changements à effectuer ainsi que la manière de les effectuer. Il est également impossible de connaître la conduite optimale à adopter dans un contexte quelconque. Dès lors, l'anticipation, par exemple, d'un geste à des fins d'optimisation de la transmission du message linguistique ne serait, selon Sock (1998, 2001), que l'extension ou l'expansion de ce geste dans un autre domaine d'émergence d'activités sensori-motrices cohérentes. L'anticipation correspondrait donc à la coproduction de gestes linguistiques viables et structurellement variables selon les individus. Si ces conditions ne sont pas satisfaites, le système se désintègre, provoquant l'émergence d'activités sensori-motrices incongrues, situées hors du domaine des structures viables pour une communauté linguistique définie.

L'étude de la parole pathologique peut fournir des informations sur la production de la parole non pathologique, notamment au niveau de la variabilité, son étendue et ses limites de viabilité.

La variabilité est omniprésente et reflète la nature dynamique et flexible du système de production-perception de la parole. En effet, la variabilité peut être perçue comme un système révélateur d'une caractéristique du système vivant, lui permettant d'utiliser ses diverses possibilités de manœuvres. La variabilité nous renseigne sur les différentes voies possibles pour réaliser et maintenir des oppositions linguistiques, sur les trajectoires empruntées, afin de garder toute cohérence dans le système face à une quelconque perturbation. Ainsi la résistance des structures adoptant des comportements articulatoires et acoustiques relativement stables n'est pas la seule condition pour la préservation d'une opposition linguistique. Les structures peuvent aussi dériver dans un domaine sémiotiquement viable, afin d'éviter certaines confusions de classe. A ce titre, la dérive des classes phonétiques face à des perturbations peut nous renseigner sur certains aspects des changements linguistiques, ceux précisément qui sont moins sujets aux facteurs sociologiques, mais plus directement liés aux contraintes sensori-motrices du système de production-perception de la parole. Cette notion de variabilité pourrait permettre de tester la robustesse de certaines de ces oppositions et donnera, par conséquent, des indications quant aux changements linguistiques liés plus particulièrement aux contraintes sensori-motrices du système de production-perception de la parole.

Potentiellement, la production de la parole de locuteurs porteurs de fente palatine offre une possibilité adéquate pour l'observation de variabilités en parole avec conservation, malgré tout, d'un système linguistique cohérent le plus souvent. Le but ultime en production et en perception de la parole est de « faire passer » un message cohérent, quels que soient les moyens déployés.

Pour conclure

Ce premier chapitre rappelle la définition du geste, et plus précisément du geste articulatoire.

Plusieurs études ont été menées à ce sujet, et, bien que différentes, elles convergent vers une même idée : aucun geste articulatoire ne peut être décrit de façon univoque. En effet, les gestes sont intimement liés à leur contexte de production et leur émergence se fait selon le message linguistique à produire.

Les gestes possèdent donc des formes variables, et n'ont pas, selon nous, de forme invariante. Cela constitue un point clé pour notre étude, l'un de nos objectifs étant d'observer les variantes possibles pour un même son. Nous tenterons ainsi de cerner les zones de viabilité d'un geste dans la parole pathologique, selon les limites de variabilité des gestes pour une cible désirée.

Notre étude acoustique devrait pouvoir livrer des informations cruciales par rapport aux différentes configurations liées à la réalisation de catégories vocalique et consonantique, qui sous-tendent nos observations acoustiques, temporelles et spectrales. Les diverses natures de contraintes spatiales, motrices et acoustiques seront, autant que faire se peut, déduites de nos données acoustiques. La perturbation de systèmes linguistiques représente un facteur essentiel pour l'étude de la flexibilité des structures articulatoire-acoustiques, et pour l'analyse des trajectoires viables dans le maintien des structures linguistiques.

En outre, les modèles et les théories que nous avons exposés dans les pages précédentes, fondateurs pour les recherches sur la production de la parole, nous serviront de base dans nos analyses et nous permettront d'affiner nos recherches pour interpréter les résultats parfois surprenants des locuteurs pathologiques.

Résumé Chapitre II

Il s'agit dans ce chapitre de faire le point sur l'anatomie de certains muscles et de certains articulateurs, recrutés en production de la parole et souvent touchés par les divisions palatines et labio-palatines. Une attention particulière est accordée au velum, puisque cet articulateur est principalement affecté par des divisions palatines spécifiques. Les aspects anatomiques des divisions palatines sont exposés dans ce chapitre, puis le rôle et les fonctions du velum sont discutés. Cette discussion porte aussi sur le rôle et les fonctions du velum chez les bébés, sains et pathologiques. Ce chapitre traite également des malformations palatines et leurs conséquences au niveau linguistique.

Certains systèmes de classifications des fentes sont présentés dans ce chapitre, rendant compte des aspects multiples et de la diversité des différents types de fente existant.

Une revue critique de la littérature sur les fentes palatine, de l'acquisition à l'émergence phonologique, est ensuite proposée dans ce chapitre. C'est dans ce cadre que l'impact du type de fente sur les caractéristiques linguistiques des locuteurs est discuté. Enfin, les phénomènes compensatoires, mis en place par les locuteurs pour faire face à la perturbation induite par les divisions palatines et labio-palatines, sont exposés sous forme d'une revue critique de la littérature sur la parole pathologique et les productions compensatoires.

CHAPITRE II

II. LA PAROLE FACE À LA PATHOLOGIE : MISE EN PLACE D'UN PHÉNOMÈNE COMPENSATOIRE, LES « DÉVIATIONS » POSSIBLES À L'ATTEINTE D'UNE CIBLE

II.1. Anatomie et physiologie du palais

Le premier Chapitre de notre travail était focalisé sur les grandes théories de la production de la parole. Nos recherches reposent sur des sujets sains, mais principalement sur la parole pathologique. Pour cette raison, il nous a paru primordial de faire le point sur l'anatomie des muscles, sur certains articulateurs de la parole en général, mais surtout sur le velum, puisque cet articulateur est principalement touché par les divisions palatines. En effet, nous devons avoir connaissance des malformations de cet organe et de leurs conséquences pour pouvoir analyser correctement ce type de parole déviante.

II.1.1. Description des muscles et articulateurs de la parole en général³

Dans un premier temps nous nous attacherons à la présentation des fentes palatines, puis nous proposerons un aperçu global de l'anatomie du palais, des détails et différents schémas étant placés en annexe (Annexe 1). Ces données devraient nous permettre dans un premier temps de comprendre la mise en mouvement des articulateurs permettant la production de la parole. Cela nous donnera la possibilité d'identifier plus aisément les problèmes liés aux divisions palatines, dans les productions de nos locuteurs.

³ L'ensemble de cette partie n'étant pas primordiale pour notre étude, nous avons choisi de placer la description anatomique pure en annexes. Nous gardons ici les éléments qui nous paraissent les plus intéressants par rapport à l'orientation de notre étude.

Anatomie du palais

Nous présentons ci-dessous les principales parties du palais, qui peuvent être déformées par la fente, et qui engendrent des conséquences sur la production de la parole.

a) La voûte palatine :

La voûte présente une forme concave en bas, mesure environ 4/5 cm de large et 7/8 cm de long, chez l'adulte, avec une flèche de 1,5 cm. Sa forme ogivale lui donne sa solidité. La voûte est constituée d'un plan osseux, recouvert d'une muqueuse avec des glandes salivaires accessoires.

b) Le voile du palais : généralités

Le voile du palais est situé en arrière du palais dur et est constitué d'un élément central, l'uvule palatine. Deux replis se détachent de cette partie : un en avant vers la langue, le repli ou l'arc palato-glosse, et un en arrière vers le pharynx, le repli ou l'arc palato-pharyngien. Entre les deux arcs existe une formation lymphoïde appelée la tonsille.

Le voile du palais est constitué d'une charpente fibreuse, une muqueuse, et des muscles pairs, au nombre de 5 : Le muscle palato-glosse, le muscle tenseur du voile, le muscle palato-pharyngien, le muscle élévateur du voile, le muscle uvulaire (azygos de la luette) (*cf.* Figure 3, ci-dessous). Chacun ayant un rôle très important dans la production de la parole, la description et la fonction de chacun de ces muscles est proposée en annexe (Annexe 1).

La croissance vélaire est rapide entre 18 et 24 mois puis s'atténue jusqu'à 5 ans pour reprendre une croissance régulière jusqu'à 17 ans. Chez l'enfant porteur d'une fente palatine, le mécanisme fondamental de l'incompétence vélaire est surtout lié aux modifications anatomiques des muscles du voile dues à la fente. Veau (1931), dans son ouvrage division palatine, étude fondatrice sur les divisions palatines, souligne l'importance de la désorientation du péristaphylin interne et du pharyngo-staphylin.

Deux anomalies importantes sont généralement constatées chez ces enfants : l'augmentation de la divergence de l'apophyse ptérygoïde par rapport à la base du crâne, entraînant un élargissement du cavum, et un mauvais fonctionnement des muscles du palais. Lors de la contraction du voile, le recul peut donc être suffisant, mais le manque d'ascension persiste souvent.

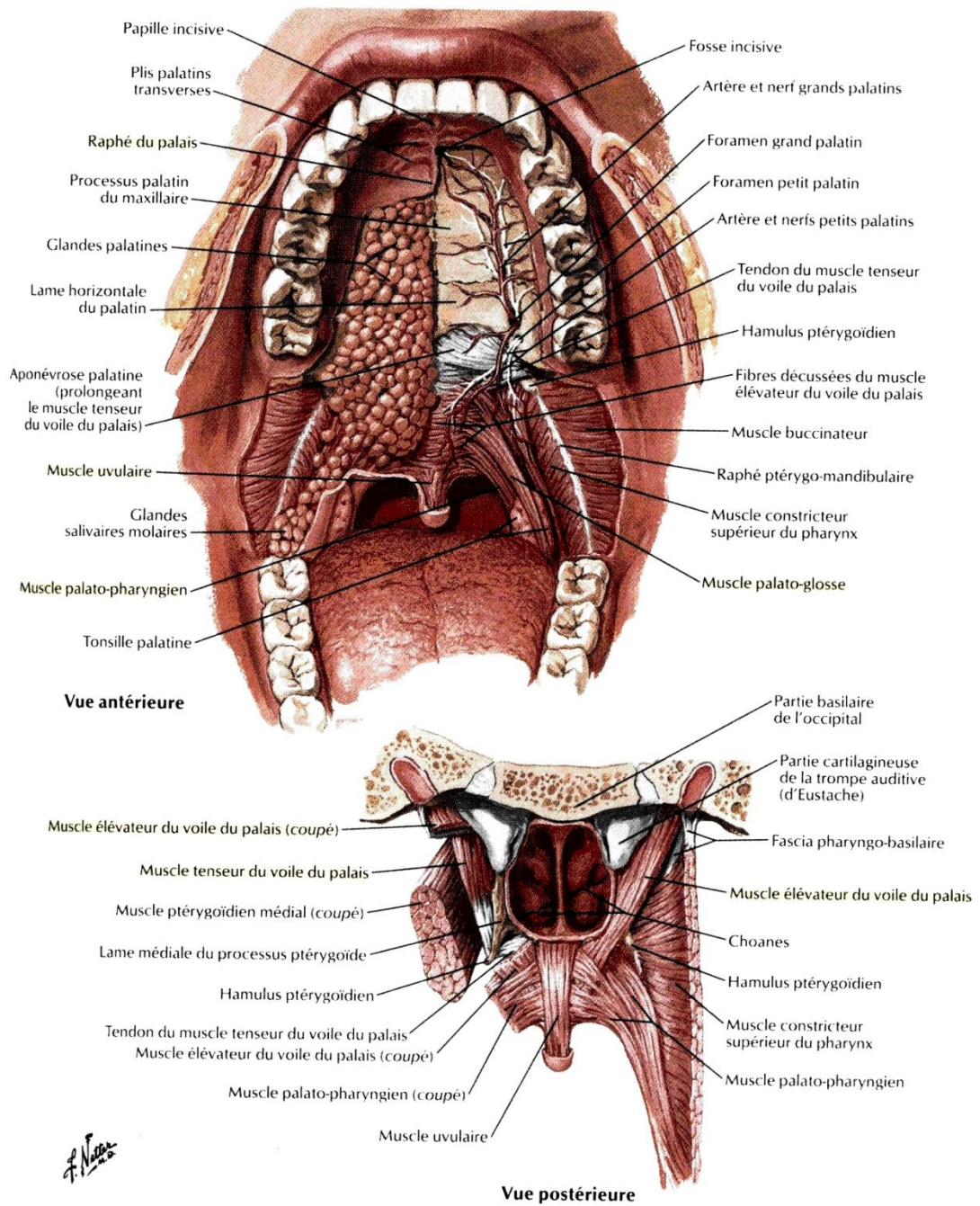


Figure 3: Vue postérieure des principaux muscles du palais (palais mou et structures associées) d'après Netter (in McFarland, 2009).

Il nous a paru important d'aborder cette partie anatomique du palais dans la mesure où l'inhibition de certains muscles due à la présence de la fente et à l'intervention chirurgicale pourrait avoir des répercussions sur la production de la parole.

Les divisions palatines : aspect anatomique

Selon le Docteur Veau (1931), « on ne refait pas un palais pour la beauté du palais, on le refait pour remettre en état une fonction et l'opération est réussie quand de nouveau cette fonction existe. » L'essentiel réside donc dans l'aspect fonctionnel de cette lésion.

Victor Veau était un grand chirurgien qui a été l'un des premiers à écrire beaucoup d'ouvrages sur les divisions palatines et les becs de lièvre. D'un point de vue fonctionnel, Borel-Maisonny (1969) affirme que les progrès n'ont pas été très importants depuis son travail. En effet, la différence était telle entre sa méthode et les interventions antérieures que les progrès effectués depuis paraissent moins importants. Évidemment, aujourd'hui, la chirurgie s'est certes affinée et les techniques ont été améliorées, mais c'est à partir de la méthode du Docteur Veau que l'on a appris à opérer correctement les fentes. De ce fait, il nous paraît important d'évoquer son travail.

Anatomie des palais fendus

Le docteur Veau distingue quatre formes de divisions palatines congénitales :

- Les divisions simples du voile : la fente est localisée au palais mou.
- Les divisions du voile et de la voûte sans bec-de-lièvre : la solution de continuité est médiane, elle ne dépasse jamais le canal palatin antérieur ; l'arcade alvéolaire est intacte.
- Les divisions unilatérales : l'arcade alvéolaire est intéressée, la langue passe entre le massif des incisives et la canine.
- Les divisions bilatérales : le tubercule médian est complètement isolé.

Les fentes peuvent donc être plus ou moins étendues, et plus ou moins longues. Le docteur Veau note qu'au point de vue chirurgical, les fentes du voile larges se referment aussi facilement que les autres grâce à l'élasticité du voile.

Une forme très importante de division palatine est celle où il existe, en avant de la fente, une zone mince transparente dans laquelle les deux muqueuses buccale et nasale sont en contact : la zone pellucide.

Parmi les divisions du voile, on peut avoir une division de la luvette, une division qui s'arrête au milieu du voile, une division qui s'étend jusqu'à la voûte osseuse et la zone pellucide en avant de la fente.

Il n'existe pas de critère clinique permettant de différencier les divisions du voile seul et celles de la voûte et du palais mais un critère anatomique : la fente osseuse.

Les divisions totales s'étendent jusqu'au trou palatin antérieur. Il arrive que la fente soit totale, alors qu'en arrière de ce trou se trouve un pont de parties molles plus ou moins étendues.

Il se peut qu'il y ait une absence des lames palatines osseuses. Dans ce cas, la voûte n'est pas ogivale, mais est un plafond horizontal. Notons également la division palatine par enclave de la langue entre les lames palatines ; la langue se trouve alors dans les fosses nasales.

Certains cas de fente palatine sont dus à la présence d'un corps étranger empêchant le rapprochement des lames palatines, mais ceux-ci présentent une structure anatomique très différente de la division palatine ordinaire.

La division avec bec-de-lièvre totale est la forme la plus fréquente (38%). Notons la rareté de la bilatéralité de la fente unilatérale dans les becs-de-lièvre. Il existe de nombreux cas où un pont de tégument (pont narinaire) rattache les deux lèvres de la fente maxillo-narinaire.

La division avec bec-de-lièvre bilatéral total était la plus rarement opérée car les nouveaux nés mouraient avant l'opération (Veau, 1931). Elle reste cependant assez fréquente. Ce type de division présente des formes très variées à cause des variations du pont (symétrique ou asymétrique) et l'asymétrie des deux lèvres de la fente.

Un bec-de lièvre bilatéral peut être relié à une fente palatine unilatérale, on peut également avoir une absence congénitale de tubercule médian.

Dans 60 % des cas, les fentes palatines sont associées à une fente labiale. Il y a eu, depuis Veau (1931), différentes classifications comme celles de Kernahan et Stark (1971) ou Davis et Ritchie (1922) (*cf.* section II.2.1).

Montoya y Martinez et Baylon-Campillo (1996) distinguent trois groupes de fentes :

- La fente simple purement labiale ou labiogingivale, qui résulte d'un défaut de fusion entre le prémaxillaire et le bourgeon maxillaire. Il s'agit d'une fente du palais primaire
- La fente palatine isolée, qui résulte d'un défaut de fusion sur la ligne médiane des lames palatines ou du palais secondaire
- La fente labio-maxilo-palatine totale uni- ou bilatérale est l'association des deux groupes précédents

Il faut prendre en compte également les dysraphies vélaires, qui sont des divisions sous muqueuse, divisions sous muqueuses occultes, ou voiles courts, décrites par Demarquay (1825) et Calnan (1954).

La division sous-muqueuse du voile se définit anatomiquement par un hiatus fibromusculaire du voile du palais en arrière du palais osseux et est caractérisé principalement par l'existence d'une luvette bifide. La fente est alors masquée par une muqueuse intacte. Ce type de fente engendre systématiquement des conséquences phonétiques, parfois masquées au départ par la compensation anatomique que constituent les végétations adénoïdes.

Kaplan (1975) décrit une simple anomalie de la luvette (bifide, courte, présentant un sillon). Celle-ci amène des troubles de la déglutition avec jetage nasal constant dans les trois premiers mois, des troubles phonétiques (pouvant être décompensés par une adénoïdectomie) et une association quasi-constante d'un reflux gastro-œsophagien. Souvent le voile retrouve une compétence fonctionnelle par épaissement ou par développement de compensations pharyngées.

En ce qui concerne la répartition de ces fentes, les filles seraient plus touchées par les fentes palatines tandis que les garçons auraient plutôt des fentes labiales, associées ou non à une fente palatine.

Le graphique ci-dessous (Figure 4) propose un aperçu de la dispersion des fentes selon les différents types. Ainsi, on peut voir que le cas le plus fréquent est la fente labio-palatine, suivie des fentes palatines, puis des fentes labiales.

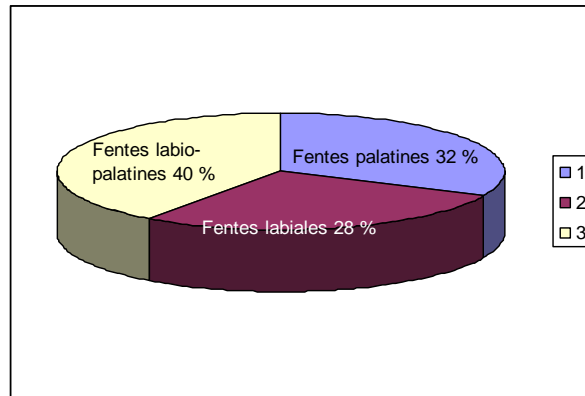


Figure 4 : Répartition globale des différents types de fentes en %, par rapport au nombre total de cas (selon Bomsztyk, 2001).

Cette section permet d'avoir un aperçu global de l'anatomie du palais. La section suivante est davantage focalisée sur le velum, celui-ci étant souvent source de problème pour les enfants porteurs de fente palatine. Ainsi, il sera intéressant de mettre en avant ses différentes fonctions dans la parole afin de comprendre en quoi le dysfonctionnement du voile du palais peut entraîner des perturbations importantes au niveau de la production de la parole.

II.1.2. Rôle et fonctions du velum en particulier

Le velum joue un rôle très important dans la production de la parole, mais il est également très impliqué dans le fonctionnement anatomique plus général. Passons en revue ces différentes fonctions.

Avant de préciser le rôle du velum dans la production de la parole, nous donnons dans un premier temps une définition de ses fonctions plus générales.

II.1.2.1. Aspects généraux : fonction et anatomie

Cette première section propose une revue historique des données relatives au velum, celui-ci ayant été au centre d'observations bien particulières. L'exploration du velum était liée au départ à l'exploration des fentes palatines. Pour cette raison, même si les références ne sont pas

des plus récentes, nous rapportons des recherches qui font partie des premières recherches sur le velum.

Le voile du palais participe à de multiples fonctions ; il joue un rôle dans la respiration, la succion, l'absorption des liquides, la déglutition et l'aération de l'oreille moyenne. Croatto et Croatto Martinoli (1959) considèrent les mouvements vélares pour expliquer la fonction phonatoire et rapportent les données tirées de leurs examens radiologiques et cinématographiques de Roentgen*. L'étude des formations sus-glottiques au moyen de la radiologie remonte à 1897. Un an et demi après la découverte de Roentgen (1895), le travail sur l'application des rayons X à la physiologie de la voix et de la parole était présenté par Scheier (1897).

Damsté (1961) a réalisé une étude cinéradiographique sur les mouvements vélares et glottaux, avec 50 images par seconde. Il a constaté que les mouvements de la glotte et du palais mou doivent être considérés séparément : l'un est un organe de la voix, l'autre une structure servant à l'articulation. Il est clair que les 3 « organes » du conduit vocal (la glotte, la langue et le palais) sont intimement liés pour la production de certains résultats acoustiques.

Ainsi, le conduit vocal n'est plus visualisé comme un tube rigide, mais comme un tube musclé et vibrant. Il exerce une pression en contractant ses parois, et le mécanisme de pompe, qui module la pression d'air sortant des poumons pendant la production de la parole, est en partie responsable de la pression articulo-voiciale. Pour Damsté (1961), les mouvements verticaux des cordes vocales sont produits par des échanges de pression d'air au dessus de la glotte.

Le voile du palais joue un rôle important dans le mécanisme de la parole. Lorsque son fonctionnement est altéré, c'est l'ensemble du système qui est atteint, et donc la parole. On distingue, dans les problèmes d'occlusion, des altérations par excès et par défaut. Celles par défaut présentent un plus grand intérêt du point de vue phoniatrique. Elles réalisent un syndrome complexe dont la gravité est variable et indépendante en fonction du degré de l'insuffisance vélaire. Les défauts auditifs résultent, eux, de l'altération du mécanisme tubaire.

Nous rappelons ici les résultats trouvés par Croatto et Martinoli (1959), mais ne retenons pas leurs conclusions sur les méthodes de réparation et de rééducation du voile dans la mesure où celles-ci ont énormément évolué depuis cette époque. Nous reviendrons ultérieurement sur ces conclusions, dans une section traitant des soins actuels (Annexe II).

Le mécanisme d'action du voile du palais présente un grand intérêt aussi bien dans le domaine phonétique que médical. L'étude de la physiopathologie vélaire a ainsi été réalisée grâce à la collaboration de chercheurs spécialisés dans divers domaines. Le voile du palais ne peut être traité comme une entité anatomique isolée ayant une fonction autonome. Au contraire, il ne représente qu'un des éléments variables des cavités susglottiques, où se modifie le son laryngien afin d'assumer, dans la parole, des caractéristiques acoustiques déterminées que l'oreille reconnaît comme phonème. Son intégrité assure la bonne réalisation des phonèmes au niveau de

l'articulation et de la résonance. En cas d'insuffisance vélaire, les défauts articulatoires et les projections d'air par le nez s'ajoutent à la variation de timbre.

Dans les années 50, l'examen d'un trouble phonétique était représenté par une appréciation acoustique subjective. Ainsi, Sherman (1954) a proposé que ce jugement soit fait en écoutant l'enregistrement à l'envers pour que les défauts articulatoires n'influencent pas la nasalité.

L'exploration clinique habituelle du voile permet une vision anatomo-fonctionnelle du voile, mais est insuffisante pour en suivre l'activité dynamique lors de la phonation. Podvinec (1952) emploie une pharyngoscopie particulière. L'exploration par les narines permet la reconnaissance des conditions pathologiques qui pourraient déterminer une rhinolalie fermée.

L'exploration radiographique a mené la plupart des auteurs à l'observation d'une occlusion complète dans les phonèmes oraux, mais certains prétendent que cette occlusion ne serait pas forcément hermétique. Passavant (1869) a décrit le bourrelet qui porte son nom en étudiant des cas de fente palatine. Il l'a alors considéré comme résultant d'un mouvement physiologique dû à la contraction du constricteur supérieur. La présence de ce bourrelet, qui peut être un moyen de compensation, n'est pas toujours utile ; souvent, ce dernier est situé trop bas par rapport au point d'occlusion.

Le bourrelet de Passavant est une hypertrophie localisée au niveau du constricteur supérieur du pharynx utilisée comme mécanisme compensatoire d'une brièveté du voile. Il s'agit d'un mécanisme d'adaptation anatomo-fonctionnelle fondamentale faisant intervenir un bourrelet postérieur et une véritable contraction adaptative postéro-latérale en U, ainsi que le constricteur supérieur du pharynx et les muscles pharyngo-staphylins.

Pour de nombreux chercheurs, l'occlusion serait produite par suite d'actions synergiques du voile et des parois pharyngiennes. Pour d'autres, en revanche, l'occlusion serait provoquée par la seule activité vélaire et le bourrelet de Passavant représenterait un mécanisme de compensation en cas d'insuffisance.

Pour leur étude, Croatto et Croatto Martinoli (1959) ont utilisé des films de 35mm à une fréquence de 24 photogrammes par seconde. Le mouvement vélaire commence par la formation d'un angle, au tiers moyen du voile, qui s'accroît progressivement jusqu'à ce que la partie vélaire inférieure se place parallèlement à la paroi postérieure du pharynx, tandis que la supérieure se déplace progressivement en haut jusqu'à atteindre un plan horizontal.

L'association d'une voyelle avec certaines consonnes, notamment les constrictives et occlusives sourdes, favorise la fermeture totale. De la même façon, le contact d'une consonne avec une nasale entraîne une ouverture partielle du voile.

Le défaut de l'occlusion peut créer un ensemble complexe de défauts phonétiques différemment associés. Ceci est illustré par la complexité terminologique de ces défauts ; hyper-rhinolalie ou hypo-rhinolalie (diminution ou suppression de résonance nasale) sont des termes proposés par Froeschels (1949). Kussmaul parle de dyslalie nasale, Seeman de rhinophonie, Gutzman (1930) de rhynolalie ouverte et fermée, et Scuri (1934) a proposé le terme de rhinophonie lorsque l'altération est limitée au timbre, et de rhinolalie, lorsque des troubles d'articulation s'ajoutent à l'altération du timbre.

Il existe un moyen de compensation par hypertrophie adénoïde ; la présence des végétations sert alors à réduire un cavum communiquant avec les cavités de résonance sous-vélaire. Les compensations ne sont ni constantes, ni proportionnelles au degré de l'insuffisance vélaire.

Des références plus récentes seront présentées dans l'Annexe 2, où nous développons le cas des insuffisances vélares, avec une observation précise du système et un point sur la rééducation possible.

Nous avons ici posé les bases de l'anatomie et du fonctionnement du vélum, ainsi que son rôle dans la parole. Ainsi, nous avons vu qu'il s'agit d'un organe complexe dont le bon fonctionnement est primordial dans la parole.

II.1.2.2. Rôle et fonction du velum chez les bébés

Afin de mieux comprendre ce qui se passe chez les locuteurs pathologiques, observons le développement du velum chez les bébés. Dans un premier temps chez les sujets sains, puis chez des bébés porteurs de fente palatine.

II.1.2.2.1. Rôle et fonction du velum chez les bébés non pathologiques

Thom et al. (2005) ont étudié les productions de 6 enfants sans troubles de la parole, âgés de 2 à 6 mois, alors qu'ils interagissaient avec leurs parents et un chercheur. La pression nasale a été mesurée par un tube relié à un amplificateur et à un transducteur faisant le différentiel avec la pression atmosphérique. De plus, des vidéos ont été enregistrées pour l'étude acoustique et renseignent l'apparition des vocalisations, des mouvements de la bouche et des artefacts.

Les résultats ont montré que le port vélopharyngal était ouvert pour les liquides, les gémissements et les rires, et fermé pour les cris et les hurlements.

Le mécanisme vélopharyngal modifie le degré de couplage entre la cavité nasale et la cavité orale et est essentiel à la production normale de la parole. La faculté de fermer le port vélopharyngal est particulièrement importante pour la production des consonnes à haute pression et pour produire des sons qui ne sont pas confondus avec de l'hypernasalité au niveau perceptif.

D'après Bosma *et al.* (1965), le port vélopharyngal serait ouvert lors du premier cri du bébé à la naissance, et fermé pour les sons oraux à l'âge de 3 ans (Thompson & Hixon, 1979 ; Leeper *et al.*, 1998). Thom *et al.* (2005) supposent que le port vélopharyngal se fermerait bien avant l'âge de 3 ans, et tentent, dans leur étude, de déterminer cet âge.

Pendant la petite enfance, l'épiglotte est très proche du vélum (Sasaki *et al.*, 1977), l'enfant est donc obligé de respirer par le nez et devrait pouvoir respirer en mangeant (Kent, 1981). Kent (1981) suggère que cette configuration des structures vélopharyngales est à la base de la nasalisation, qui est un trait perceptuel commun des vocalisations enfantines (Bloom *et al.*, 1987 ;

Gilbert *et al.*, 1977). En 1965, Bosma et ses collègues (1965), grâce à la cinéradiographie, ont pu observer les actions des structures orales et pharyngales chez les nouveaux nés. D'autres recherches ont révélé des corrélations acoustiques et perceptives d'un vélopharynx ouvert durant les cris dans la petite enfance (Wasz-Hockert *et al.*, 1968, Stark & Nathanson, 1974).

Lorsque l'enfant grandit, les caractéristiques acoustiques des vocalisations non criées sont très modifiées. Kent et Murray (1982) repèrent davantage de nasalisations prononcées dans la vocalisation des enfants de 3 mois, comparés à ceux de 6 à 9 mois. Les vocalisations nasalisées sont caractérisées par une amplitude générale basse du signal acoustique et des composants relativement de basse fréquence. De la même façon, Oller (1986) identifie des noyaux quasi-résonnants dans la vocalisation des enfants de 2-3 mois. Ces noyaux quasi résonnants, « Quasi resonant nuclei », sont alors définis comme des vocalisations avec une énergie générale basse et des formants vagues.

Lorsque l'enfant approche des 4 mois, un changement apparaît dans le spectre acoustique de ses vocalisations non accentuées. Quelquefois, entre 4 et 6 mois, l'enfant commence à produire des voyelles non nasales, ou ce que Oller (1986) appelle « fully resonant nuclei » (noyaux résonnants pleinement). Celles-ci présentent des F2 distincts vers 2000 Hz, en contraste avec les formants indistincts des vocalisations « quasi-résonnantes ». Hsu *et al.* (2000) observent également que le nombre d'occurrences des sons nasalisés (jugés comme tels perceptivement) diminue après l'âge de 4 mois. De telles évidences acoustiques et perceptuelles ont été interprétées comme indices du bon accomplissement de la fermeture vélopharyngale. C'est également durant cette période de 4 à 6 mois que les autres types de productions émergent, telles que les gémissements (bruit de friction, vibrantes bilabiales et labio-linguales), et le babillage (Oller, 1986). A l'âge de 6 mois, le mécanisme vélopharyngal a subi des changements anatomiques substantiels ; l'épiglotte et le vélum sont dégagés (Sasaki *et al.*, 1977), et le muscle levator veli palatini* remplit probablement le rôle d'élévation du vélum. Ces changements physiologiques et anatomiques peuvent être importants dans l'émergence du contraste nasal/non nasal dans le répertoire de vocalisations des enfants (Netsell, 1981).

Tableau 1 : Evolution des productions selon l'âge de l'enfant. D'après Thom *et al.* (2005).

âge	Productions nasales	Production non nasales
Avant 4 mois	+++	---
Après 4 mois	+	+
Après 6 mois	Velum contrôlé	

Ainsi, ces observations indiquent que le vélopharynx peut parfois être fermé pour la production des sons oraux entre l'âge de 4 et 6 mois. Cette preuve est, toutefois, acoustique et perceptuelle, mais non physiologique. Ce n'est que vers l'âge de 3 ans que des preuves physiologiques sont disponibles, grâce à l'observation de la fonction vélopharyngale durant la production de la parole.

De telles preuves, sous formes de flux d'air nasal, ont révélé que le vélopharynx est fermé pour la production des voyelles et des consonnes orales à l'âge de 3 ans (Thompson & Hixon,

1979). Looper *et al.* (1998) notent par ailleurs que les caractéristiques temporelles de la fermeture vélopharyngale chez les enfants de 3 ans sont les mêmes que chez les enfants de 12 ans.

Le but de l'étude de Thom *et al.* (2005) était de déterminer l'âge auquel l'enfant est capable de fermer son port vélopharyngal durant les vocalisations.

Dans leur étude, les vocalisations exprimant la peine, toutes les montantes (liquides, windups) et une grande majorité des gémissements sont produites avec un port vélopharyngal fermé, mais aucun modèle relatif à l'âge n'a été constaté dans leurs données. Les rires ont tous été produits avec un vélopharynx ouvert, et les raspberries (grincements) avec un vélo-pharynx fermé. Toutes les syllabes produites avec la bouche ouvertes ont été perçues comme non nasales.

Thom *et al.* (2005) montrent que les sujets ont tendance à fermer le port vélopharyngal en grandissant, pour la production de syllabes (avant 1 mois, environ 20% de syllabes sont produites, dont 2% avec un vélopharynx fermé, tandis qu'à 6 mois, sur 65% de productions syllabiques, on dénote 50% des productions avec un vélopharynx fermé). Cette tendance est plus visible dans les énoncés dans lesquels le vélopharynx est fermé tout le long. L'augmentation des fermetures vélopharyngales n'est cependant observée que dans les énoncés syllabiques. L'augmentation de la vitesse d'élocution se fait dans un premier temps rapidement, puis devient graduelle lorsque l'enfant grandit.

Les autres types de production ne montrent pas de changements relatifs à l'âge par rapport à la fonction vélopharyngale, mais présentent des modèles caractéristiques d'un âge à l'autre. Il semblerait que le processus de fermeture vélopharyngale « normale » pour les énoncés syllabiques commencerait après l'âge de 6 mois et avant l'âge de 3 ans (Thompson & Hixon, 1979).

Bien qu'il y ait une augmentation de la fermeture vélopharyngale relative à l'âge pour la production des énoncés syllabiques, la fermeture vélopharyngale pour les productions d'énoncés syllabiques apparaît déjà chez tous les locuteurs dès l'âge de deux mois.

Ainsi se pose la question de savoir, si les enfants sont capables de fermer le vélopharynx dès l'âge de 2 mois, pourquoi ils ne le ferment pas systématiquement. Bien que les données de Thom *et al.* (2005) ne puissent pas apporter de réponse à cette question, ils supposent que la fermeture vélopharyngale n'est pas requise pour la production des voyelles, or celles-ci sont de loin les types d'énoncés les plus courants dans les productions de ces enfants.

Il serait tentant de penser que les différences individuelles, émergeant au niveau de la fermeture du port vélopharyngal seraient relatives aux différences de production des consonnes à haute pression. Les observations faites dans l'étude de Thom *et al.* (2005) suggèrent que la fréquence à laquelle un enfant produit une fermeture vélopharyngale peut être relative à la pression orale exigée par l'énoncé. Néanmoins, les données des enfants de 5 mois ne relatent pas correctement la relation entre la fermeture vélopharyngale et la production de consonnes à haute pression. Une autre explication existe ; les modèles de fermeture vélopharyngale présentés par les enfants reflèteraient simplement une première expérience de mise en mouvement du mécanisme, et la fermeture vélopharyngale ne serait influencée ni par le contexte phonétique ni par les exigences de pression orale durant les premiers mois de vie (comme preuve, en partie, les modèles de fermeture observés pour les voyelles et les consonnes).

Il est possible que le contexte phonétique et les exigences de pression orale deviennent une clé dans la détermination de la fermeture vélopharyngale à partir du moment où les mots commencent à émerger (il faudrait, pour valider cette hypothèse, faire la même étude sur des sujets plus âgés).

Nous retiendrons des résultats de Thom *et al.* (2005) que le vélo-pharynx est fermé pour les productions hautes nécessitant des efforts de haute intensité, et ouvert pour les productions basses nécessitant des efforts de basse intensité. De plus, le contrôle d'ouverture/fermeture du port vélopharyngal se ferait à partir de 6 mois, expliquant le grand nombre de productions nasales avant ce stade.

En ce qui concerne les porteurs de fente palatine, ces informations sont utiles dans la détermination de l'âge optimal pour l'opération du palais. Le développement vélopharyngal joue un grand rôle vers 4 à 6 mois, or, le plus souvent, cela correspond à l'âge auquel ils subissent la première opération au niveau de la lèvre, en cas de fente labiale, ajoutant une nouvelle perturbation.

II.1.2.2.2. Rôle et fonction du velum chez les bébés sains vs. pathologiques

Willadsen et Enemark (2000) étudient les prévocalisations chez des bébés de 13 mois interagissant chez eux, avec leurs parents, dans le but de comparer les productions d'enfants sains à celles de locuteurs ayant une fente palatine, et divisés en 2 groupes. Le premier groupe de locuteurs pathologiques a été opéré à l'âge de 3 mois du palais dur et du vélum à 22 mois par une procédure de « push-back » (selon Wardill-Kilner*). Les locuteurs du second groupe ont été opérés selon le concept de fermeture tardive du palais dur (concept adopté en 1992, visant à attendre l'âge de 9 ans pour l'opération), mais ont été opérés du vélum à l'âge de 8 mois.

Cette étude a démontré l'importance du bon fonctionnement du vélum, et sa prédominance sur le palais dur pour la production de la parole. En effet, les auteurs ont constaté que le groupe opéré du vélum, mais avec un trou résiduel dans le palais dur, présentent davantage de similitudes dans leur répertoire phonétique (au niveau de la diversité et du mode articulatoire) avec les locuteurs sains que les locuteurs pathologiques opérés du palais dur. Ainsi, aucune différence de lieu articulatoire n'a été relevée entre les deux groupes (sujets sains et sujets opérés du vélum). Les résultats semblent indiquer que la fermeture du vélum est un facteur important, à l'âge de un an, pour un développement prélinguistique normal, et donc qu'une fermeture précoce du vélum serait favorable au développement du babillage.

Le groupe de bébés non opérés du vélum produit un nombre beaucoup plus important de productions glottales, par rapport aux locuteurs sains, mais quasiment aucune latérale ou semi-consonnes, dévoilant l'incapacité à produire une pression intra-orale suffisante. Les bébés opérés du vélum produisent, eux, davantage d'occlusives postérieures (pour lesquelles le contact est réalisé derrière la fente résiduelle). Cela indique que la capacité de ces bébés à atteindre une fermeture vélopharyngale est un facteur plus important pour expérimenter la production de sons différents que la présence d'un palais dur intact.

La grande différence persistante entre le groupe de locuteurs sains et le groupe de bébés opérés du palais mou serait donc surtout liée à la nasalité ; il s'agit du facteur étiologique majeur influençant le répertoire phonétique de ces enfants.

Nous chercherons donc à savoir, dans notre étude, si les locuteurs atteints d'une fente antérieure ont de meilleurs résultats dans leurs productions, c'est-à-dire des productions plus proches des productions des locuteurs de contrôle, que les locuteurs ayant une fente palatine postérieure ou totale.

Les études de Montoya y Martínez et Baylon-Campillo (1996) sur les incompétences vélo-pharyngées offrent des indications temporelles quant à l'installation du rôle phonétique du voile du palais.

0-3 mois : ventilation nasale exclusive

- 3-6 mois : ventilation mixte
- 6-18 mois : prélangage, "modelage vélaire"
- 18-24 mois : distinction occlusive orales/nasales
- 2-6 ans : mise en place des points d'articulation

Koupernick & Darlm (1980) distinguent 3 phases linguistiques :

1. Maturation phonétique : 0 à 6 mois
2. Structuration du discours : 0 à 24 mois
3. Contenu du langage : 3 mois à 6 ans

L'ordre d'apparition des différentes étapes du langage est respecté dans les cas de fente palatine, le développement du langage sera simplement plus lent à cause de l'éventuelle incompétence vélo-pharyngée.

1 mois : A/E (cris/grognement)

4 mois : G/K/Arrheu (Vocalisation/ Babillement)

6 mois : BPDT/MN, et w-u, disyllabie répétitive

21 mois : association de deux mots

24 mois : association de trois mots et verbe

Les recherches de Willadsen et Enemark (2000) nous ont permis de constater que les productions des enfants dont le vélum est réparé sont plus proches de celles d'enfants sains, même s'ils conservent des trous résiduels dans le palais dur, par rapport aux enfants ayant un palais dur intact mais un velum non opéré. Cela est révélateur quant à l'implication du velum dans la production de la parole.

Ces études démontrent l'importance d'un bon fonctionnement vélopharyngal pour la production de la parole, et ce, dès le plus jeune âge. En effet, celles-ci soulignent le rôle du velum par rapport au trait de nasalité, distinctif en langue française.

II.2. Les malformations palatines et leurs conséquences

II.2.1. La classification des fentes

Les fentes labiales, associées ou non aux fentes palatines, affectent chaque année de nombreux enfants. Les chiffres divergent ; il y en aurait 500 à 1000 enfants dans le monde selon Murray (1995), de 1/2000 à 1/2500 naissances selon Vincent *et al.* (2008).

Devant la multitude de cas existants, de nombreuses méthodes ont été développées pour l'enregistrement de ces déformations des lèvres et du palais. Aucune de ces méthodes n'a pu être universellement acceptée à cause de leurs limites, des descriptions inadaptées aux déformations du palais et à la complexité variante liée à ces déformations.

Il reste cependant important de trouver une méthode de classification des fentes. En effet, cela permettrait une catégorisation des cas et une prise en charge clinique plus aisée. Mais la grande variabilité liée à ce type de pathologie rend cette classification très difficile, comme nous le verrons.

Nous présentons dans cette section différentes méthodes de classification. Pour notre étude nous avons retenu celle du docteur Veau (*cf.* Chapitre II., section 1.1), mais nous sommes inspirée des schémas présentés ci-dessous pour rendre compte des fentes de nos locuteurs lors de la consultation de leurs dossiers médicaux (*cf.* Annexe 3).

Liu *et al.* (2007) proposent le système LAPAL, désigné pour décrire les informations détaillées par rapport aux déformations du palais. La description anatomique des composants du palais y est notée à l'aide de 5 chiffres arabes dans l'ordre suivant :

- (1) lèvre droite (L),
- (2) alvéole du côté droit et palais primaire (A),
- (3) second palais (P),
- (4) alvéole gauche et premier palais (A),
- (5) et lèvre gauche (L).

L'étendue des déformations du palais est ensuite enregistrée avec des chiffres allant de 1 à 4 selon la gravité de la déformation. Ce système permettrait de faire une description numérique de n'importe quelle sorte de fente palatine totale ou partielle, complexe et asymétrique avec des segments intacts intervenants dans des cas simulés.

Ce système serait, selon ses créateurs, simple et précis, donc facile à comprendre et pourrait être utilisé pour combiner les analyses de données. La classification la plus généralement adoptée a été développée par Kernahan et Stark (1958). Cette classification décrit les types de fentes les plus fréquentes : fentes labio-palatines complètes unilatérales et les fentes palatines postérieures isolées (Fraser & Calnan, 1961 ; Wilson, 1972).

Kernahan, en 1971, a modifié cette classification afin d'y intégrer les formes moins courantes (voir Figure 5). Cette dernière est appelée la « Y classification ».

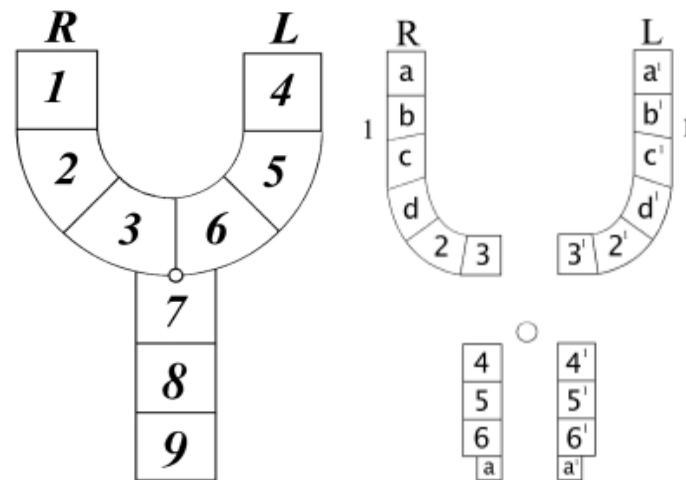


Figure 5 : Schémas 1) à gauche : de la classification Y (Kernahan, 1971)
2) à droite : classification modifiée en 1998 par Smith *et al.*, plus détaillée, afin de palier à ses limites.

Les modifications apportées rendent cette classification plus efficace que celle de Kernahan Y ; en effet, une étude menée sur 150 patients a montré que la méthode de Smith *et al.* (1998) permettait de décrire la pathologie de tous les patients, tandis que celle de Kernahan n'en décrit que 112.

En 1993, Schwartz *et al.* avaient également établi un système permettant de localiser la fente et les articulateurs impliqués par la déformation du palais. Il s'agissait du « RPL system », un système à 3 chiffres.

Liu *et al.* (2007) veulent établir une classification simple et précise pour les fentes labiales et les fentes palatines qui peut décrire non seulement les composants anatomiques atteints et l'étendue de la déformation, mais qui permette également une identification immédiate des données informatisées des analyses.

Le système LAPAL, à 5 chiffres, combine les caractéristiques des modifications de Smith *et al.* et du système RPL.

La classification des fentes labio-palatines est importante pour les recherches cliniques et épidémiologiques. Davis et Richie, en 1922 déjà, avaient construit une classification fondamentale qui a été utilisée pendant des années bien qu'elle soit très limitée (elle offrait une description insuffisante de la fente labiale, du premier palais avec un velum intact, de l'éventuellement engagement alvéolaire dans la déformation et du foramen incisif).

Les déformations sont de types différents et supportent des procédures chirurgicales et des aménagements dentaires. Une classification acceptée universellement doit fournir des informations détaillées qui peuvent être facilement comprises et appliquées pour les analyses de données informatisées. La classification Y de Kernahan (1971) et le système RPL (Schwartz *et al.*, 1993) soulignent les composants anatomiques, donc ces classifications sont limitées à 63

combinaisons possibles de déformation du palais. Les modifications de Smith *et al.* (1998) rendent la classification Y plus détaillée et peuvent décrire chaque forme de déformation du palais. Cependant, cela devient plus complexe. Les symboles enregistrés sont mélangés à des nombres, des lettres, virgules, et cela devient difficile pour les analyses de données informatisées.

Le système LAPAL consiste en seulement 5 chiffres qui décrivent les composants anatomiques exacts et l'étendue des fentes. Les nombres vont de droite à gauche, comme si le patient était vu de face. L'étendue des déformations du palais est représentée par des chiffres allant de 1 à 4 pour les fentes simples et les fentes complètes dans le but de fournir un maximum d'informations détaillées.

La simplicité et la précision du système LAPAL le rendraient facile à comprendre et pourrait être utilisé pour les analyses de données numériques. Ce système pourrait être ainsi être accepté universellement pour des recherches cliniques et les investigations épidémiologiques.

En 2007 également, Koul a tenté de développer une nouvelle méthode pour enregistrer tous les types de fente, appelée l'«expression system». L'auteur prétend que les autres représentations utilisent des chiffres et des codes qui ne sont pas forcément compréhensibles. Il propose donc un système offrant davantage de détails, qui serait simple, concis, flexible et descriptif. Celui-ci comprendrait alors une nomenclature anatomique et des symboles. Ce système est basé sur les mots LIP AND PALATE, et chaque lettre représente une étendue de la structure anatomique notée par le terme correspondant. Dans tous les cas, les fentes palatines sont enregistrées avec les six lettres PALATE. Le système «Expression» est compatible avec les classifications de Kernahan et Stark (1958) et de l'American Cleft Palate Association (Harkins *et al.*, 1962).

La classification des fentes est basée sur l'embryologie, la latéralité, le lieu et la sévérité de la fente (Kernahan & Stark, 1958; Harkins *et al.*, 1962; International Confederation for Plastic and Reconstructive Surgery, 1968). Les lèvres, les alvéoles, le palais dur et le velum se développant à partir de sources embryogéniques différentes (Sperber, 2001), de nombreuses combinaisons de fentes sont possibles.

Les classifications symboliques utilisées à ce jour sont, rappelons-le, le «striped-Y classification» of Kernahan (1971), le système RLP de Schwartz *et al.* (1993) et le LASHAL system of the Royal College of Surgeons (1995), ou des variantes de ces systèmes.

le LASHAL system of the Royal College of Surgeons use de la même configuration que la classification Y, mais les bras du Y représentent les lèvres et les alvéoles des cotés droit et gauche et la barre du bas le palais dur et le velum.

De nombreux degrés de sévérité ou de type de fente ne sont pas reflétés dans ces méthodes de classification, telles que les fentes labiales de la surface supérieure ou encore la limite des fentes sous-muqueuses de palais dur ou du vélum, par exemple. Ces méthodes ne sont donc pas assez flexibles, selon Koul (2007), et n'offrent pas suffisamment de détails descriptifs pour

une compréhension totale en condition clinique. Ainsi, selon Koul, l'«Expression system» (cf. Tableau 2) serait plus clair et plus précis que les premières méthodes de classification symboliques des fentes labiales et palatines.

La facilité et la précision de ce système démontreraient les limites des autres, et offriraient une communication inter et intra disciplinaire entre les spécialistes médicaux et dentaires ; cela pourrait donner un cadre pour l'évaluation des traitements dont a besoin chaque patient ainsi que des besoins des spécialistes de l'équipe médicale. Ce système est une rupture avec l'approche traditionnelle des classifications exclusivement basées sur des codes et des chiffres. Elle peut être utilisée comme *alternative*, et pas nécessairement comme *remplaçante* des autres méthodes.

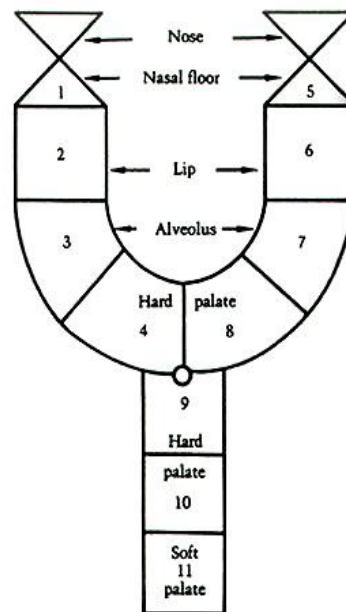


Figure 6 : Modification de la classification Y de Kernahan par Millard (1990).

Malgré tout, selon nous, il semblerait que la Y représentation soit la plus lisible au niveau visuelle, et donc plus pratique. En effet, il suffit de regarder la représentation pour localiser la fente et en connaître la gravité.

Tableau 2 : Structure de base du système Expression (Adapté de Koul, 2007).

Code	Anatomic Component	Anatomic Nomenclature	
L	Lower third of lip (red part)	□	LIP
I	Intermediaite third lip		
P	Proboscis or upper third of lip		
A	Anterior third of prepalate	□	PREPALATE (Premaxillary + Primary Palate)
N	Middle third of prepalate		
D	Distal third of prepalate		
P	Anterior third of hard palate	□	HARD PALATE
A	Middle third of hard palate		
L	Post third of hard palate		
A	Anterior third of soft palate	□	SOFT PALATE
T	Middle third of soft palate		
E	Post third of soft palate (uvula)		

Nous proposons, maintenant que nous avons exposé les types de fente sur le plan anatomique, en tâchant aussi de présenter une classification de celles-ci, de passer à une revue critique de la littérature sur les fentes palatines en liaison avec l'acquisition du langage.

II.2.2. Revue critique de la littérature sur les fentes palatine : de l'acquisition à l'émergence phonologique

Dans cette section, nous rapporterons les principales caractéristiques de l'acquisition de la parole par les enfants atteints de fente palatine, telles qu'elles sont données dans la littérature. Nous aurons ainsi une vue d'ensemble de l'impact des fentes sur le développement de la parole chez l'enfant, et de l'incidence phonétique et phonologique que celles-ci peuvent avoir selon leur taille et leur forme. Chemin faisant, nous émettrons parfois des avis sur certaines conclusions attestées dans la littérature.

II.2.2.1. Problèmes d'acquisition et production des bébés atteints de fente palatine

A propos du babillage

Il nous paraît opportun, en parlant ici de l'acquisition du langage chez l'enfant, et avant de nous intéresser plus particulièrement à la parole pathologique, de donner quelques résultats sur le babillage chez les enfants sans troubles de la parole. Cela devrait nous permettre de justifier notre

prédilection pour l'étude des occlusives et, de manière préférentielle, leur analyse en contexte de voyelles antérieures.

Le babillage est une période pré-linguistique riche en développements, au cours de laquelle les habiletés motrices se multiplient et s'affinent. C'est aussi une période partagée entre les limites d'un système de production non mature et la préparation du contrôle articulatoire à venir. Ce stade s'étend de l'âge de un mois à un an et demi passé.

Il a souvent été attesté que les productions précoces babillées tendent à commencer par une consonne suivie d'une voyelle (CV). Comme le précise, à juste titre Canault (2007), cette conception, principalement défendue par Macneiladge et Davis (2001) dans la plupart de leurs travaux, a déjà été adoptée par de nombreux auteurs préoccupés par la description des caractéristiques saillantes durant la période du babillage (Konopczynski & Vinter 1989, Vihman 1992, Stoel-Gammon 1992b, Boysson-Bardies 1996, Kern & Langue 2000, Kern 2001...).

Suivant de tels travaux, il semble qu'au niveau consonantique, les occlusives labiales et alvéolaires, le plus souvent orales, seraient privilégiées par le bébé. Locke (1983), dans Stoel-Gammon (1985), attribue 95 % des occurrences du répertoire consonantique du babillage aux phonèmes [p, t, k, b, d, g, m, n, w, j, s]. Davis et MacNeilage (1994), ayant également observé leur prédominance, ont mis en évidence (1995) que les modes favorisés suivaient respectivement la fréquence décroissante : occlusif-nasal-glide. En ce qui concerne l'ordre de lieu d'articulation préférentiel, il serait : labial-alvéolaire-vélaire. De nombreux auteurs ont confirmé ces prédilections émergentielles. Une analyse développementale des préférences consonantiques, en ce qui concerne le *mode articulatoire*, montre que les nasales, les occlusives et les fricatives constituaient 91 % des modes utilisés par les enfants, sur l'ensemble de la période étudiée, c'est-à-dire de 1 mois à 1 an et demi passé (le pourcentage restant est accordé aux latérales, trilles et semi-consonnes). À souligner que la forte occurrence des occlusives est également attestée par Blake et Boysson-Bardies (1992) chez des enfants français et anglo-canadiens, âgés de 9 à 11 mois, de même que par Redford *et al.* (1997) chez 6 bébés américains, ou par Robb et Bleile (1994). De son côté, Gregoire (1937) avait déjà observé que les consonnes [p], [b], [t] et [m] étaient employées de façon remarquable entre 10 et 12 mois. Des tendances similaires seraient maintenues au cours des premiers mots. Davis *et al.* (2002) ont ainsi relevé, à ce stade, une prédominance des occlusives à 55.3 %, suivie des nasales à 21.6 %, puis des glides à 8.5 % ; ainsi que des labiales à 41.3 %, des coronales à 36.1 % et des dorsales à 9.94 %. Plus récemment, Giulivi *et al.* (2005) ont rapporté des conclusions similaires pour les productions d'un bébé enregistré dès l'âge de 6 mois jusqu'à 16 mois. La période observée fut dissociée en trois phases développementales correspondant aux stades de 0, 4 et 15 mots. Compte tenu de cette subdivision, les nasales atteignaient respectivement 42 %, puis 29.1 % et 30.1 %, les occlusives 34.6 %, 42.5 % et 53.6 %. L'augmentation du pourcentage de recours aux productions occlusives avec l'âge semble donc robuste. En ce qui concerne le *lieu d'articulation*, les alvéolaires constituaient 36.6 % du répertoire consonantique au premier stade, 36.7 % au second et 24.4 % au dernier, et les bilabiales 37.07 % au plus jeune âge, puis 38.65 % et enfin 55 %. Par rapport aux productions vocaliques, le quadrant inférieur gauche de l'espace vocalique semble favorisé (Davis & Macneilage 1990) : les voyelles antérieures, centrales et mi-ouvertes du type [a, ae, è, oe,

e] seraient dominantes (Gregoire 1937, Levitt & Aydelott Utman 1991, Vihman 1992, Davis & MacNeilage 1995). Cela semble aller de soit, dans la mesure où ces productions vocaliques sont celles qui nécessitent le moins d'activation des articulateurs.

Canault (2007) rappelle que le babillage s'inscrirait dans un cadre universel ; il relèverait de contraintes physiologiques et ses caractéristiques seraient partagées par des bébés provenant de divers environnements langagiers. Les contraintes sensori-motrices de l'ontogénèse seraient à rapprocher des tendances observées dans les langues du monde. D'après l'enquête de Macneilage (1994) et Davis et MacNeilage (2003), les noyaux moteurs CV, ainsi que les patrons associatifs intrasyllabiques favorisés dans le babillage et la parole précoce le seraient aussi dans le système mature. Par ailleurs, les sons [p], [t], [m], [n], [w], [j] et [a] seraient nettement privilégiés concurremment dans le babillage et les langues du monde. L'échantillon de 317 langues sondé par Maddieson (1984) révèle, en effet, que toutes les langues présentent une version de [p] et [t], au moins une nasale, une fréquence d'occurrence élevée des glides [w] et [j] et 88 % d'entre elles proposent une forme de la voyelle [a].

Apparaissant en général entre 6 et 8 mois, le babillage canonique, dominé par la répétition de syllabes CV, correspond au point culminant du développement prélinguistique. C'est lors de cette phase que se fait l'intégration des patrons de constriction ou d'ouverture du tractus vocal dans les structures syllabiques.

Au vu de ces données attestées dans la littérature, notre choix d'étudier en priorité les occlusives chez les enfants porteurs de fentes palatines en contexte vocalique antérieur nous paraît justifié : il s'agit d'une catégorie de productions consonantiques dont l'émergence est particulièrement précoce. En outre, leur apparition se ferait notamment en contexte vocalique antérieur.

Ayant fait le point sur le babillage chez les sujets sains, nous pouvons à présent nous concentrer sur l'acquisition de la parole chez des sujets porteurs de fente palatine.

Du babillage à l'acquisition du langage chez les enfants pathologiques : un chemin escarpé

Les problèmes de fente palatine entraînent souvent de nombreuses difficultés dans l'acquisition du langage chez l'enfant, aux divers stades de son développement. En effet, des erreurs phonétiques peuvent engendrer des changements au niveau phonologique, réduisant ainsi l'étendue du vocabulaire de l'enfant. On répertorie une grande variété d'hypothèses visant à rationaliser de tels problèmes de production de la parole et/ou du langage. Celles-ci partent d'une étiologie génétique, base purement structurelle et anatomique, et s'étendent jusqu'à un haut niveau de dysfonctionnement du système nerveux central, dysfonctionnement qui serait dû à un changement des structures du cerveau, et lié à la fente (Richman *et al.* 1988 ; Shprintzen 1995 ; Witzel, 1995).

Notons la distinction que nous faisons entre les notions de bébé et d'enfant. Pour nous, le terme bébé désigne l'âge allant de 0 et 24 mois alors que le terme enfant correspond à l'âge allant de 2 à 13 ans. Cependant, lorsque nous parlerons de locuteurs enfant sans donner de précision d'âge, ce terme pourra renvoyer, de manière générique, à tous les sujets pathologiques ou sains de jeune âge.

Lors des 20-30 dernières années, de nombreux auteurs ont tenté de décrire les déficits de communication d'enfants (et d'adultes) porteurs de fente palatine. Ainsi, ils relèvent des erreurs articulatoires, telles que celles dues à la sensation réduite, liée à l'opération du palais, les insuffisances vélo-pharyngales, et les anomalies subsistantes du palais dur (Warren, 1982 ; 1985 ; 1986 ; Grunwell, 1993). D'autres causes affectent la production de la parole, comme les problèmes auditifs ou les erreurs⁴ liées aux problèmes de dentition. Malgré les débats portant sur l'étiologie fondamentale des erreurs de langage des porteurs de fente palatine, toutes ces étiologies s'accordent sur un même fait : elles sont rapportées comme ayant des effets phonétiques et phonologiques sur le langage de l'enfant (McWilliams *et al.*, 1990 ; Chapman & Hardin, 1992 ; Chapman, 1993 ; Harding & Grunwell, 1995). La perturbation induite par un dysfonctionnement au niveau palatin aurait une incidence directe sur la mise en place des bases phonologiques.

Historiquement, les fentes palatines et les fentes labio-palatines étaient considérées comme un groupe homogène, mais les connaissances ont évolué, et il est devenu évident que les fentes labio-palatines et les palais fendus isolés sont deux troubles distincts, en termes d'étiologie et de timing embryologique (Shprintzen 1995). Ces différences doivent également prendre en compte l'âge de l'enfant lors de l'évaluation, la taille du corpus proposé, les divers traitements suivis par l'enfant, ainsi que les autres anomalies associées à la fente. Malgré ces différences, les recherches semblent suggérer que les enfants avec une fente labio-palatine montrent des performances articulatoires moins bonnes, mais que les enfants avec une fente palatine présentent un plus grand risque de retard du langage.

Hardin-Jones *et al.* (2003) ont enregistré 53 bébés de 8 à 10 mois, ayant des fentes palatines non opérées (35 avec une fente labio-palatine et 18 avec une fente palatine unique), dans le but d'observer l'impact du type de fente sur les premières vocalisations. Les deux groupes de bébés ont été comparés (fente palatine et fente labio-palatine) afin d'analyser les différences de production du babillage, à savoir la taille du répertoire consonantique et la nature de ces consonnes, ainsi que la fréquence des énoncés produits.

Dans la classe des bébés avec une fente palatine unique, ceux avec une fente du velum et ceux avec une fente palatine totale ne présentent pas de différence significative dans l'étude de Hardin-Jones *et al.* (2003), par rapport aux mesures faites sur leurs productions. Ces deux groupes de bébés forment donc un groupe de fente palatine unique, par opposition aux bébés avec une fente labiale uni- ou bilatérale, qui forment un groupe de fente labio-palatine.

⁴ La notion d'erreur est ici employée pour toutes les productions articulatoires s'éloignant trop de la « cible » et donc de la « norme ».

Tableau 3 : Hardin-Jones et al. (2003) distinguent ces deux groupes dans leur étude.

Fente palatine unique	Fente labio-palatine
Fente du vélum	Fente labio-palatine unilatérale
Fente palatine totale	Fente labio-palatine bilatérale

Hardin-Jones *et al.* (2003) considèrent une syllabe canonique comme une syllabe contenant une consonne supraglottique et des voyelles réellement sonores (Oller, 1990), et une *véritable* syllabe canonique comme une syllabe contenant toutes consonnes, exceptées les glottales telles que [h et ʔ] et les semi-voyelles telles que [j et w]. Selon ces critères établis par Oller *et al.* (1994) et Lynch *et al.* (1995), les bébés engagés dans le stade du babillage canonique sont ceux qui possèdent un ratio de babillage canonique de 0.15 ou plus, soit le nombre de véritables syllabes canoniques par rapport à la production totale analysée.

Aucune différence significative entre le groupe de fente palatine unique et le groupe de fente labio-palatine n'a été observée au niveau du ratio de babillage canonique, suggérant que les deux groupes produisent une proportion comparable de syllabes canoniques et de *véritables* syllabes canoniques dans les échantillons obtenus. En revanche, en comparant le nombre de bébés, dans chacun des deux groupes, qui a atteint le stade de babillage canonique, Hardin-Jones *et al.* (2003) constatent que seuls 63 % des bébés avec une fente labio-palatine l'ont atteint, contre 89% des bébés avec une fente palatine simple. De plus, l'observation du ratio de véritables syllabes canoniques souligne des différences évidentes ; seuls 51% des bébés ayant une fente labio-palatine ont atteint un ratio de 0.15 ou plus contre 67% des bébés ayant une fente palatine seule.

Tableau 4 : Récapitulatif des productions des enfants pathologiques, en fonction du type de la fente (selon l'étude de Hardin-Jones *et al.*, 2003).

Type de fente	Fente palatine unique	Fente labio-palatine
Pourcentage d'enfants ayant atteint le stade de babillage canonique	89 %	67%
Ratio de véritables syllabes canonique selon les groupes d'enfants	63%	51%

Les tests⁵ effectués ne montrent pas de grandes différences entre les deux groupes au niveau du babillage canonique, mais on constate que le groupe de bébés ayant une fente palatine seule produit moins de consonnes occlusives compensatoires (c'est-à-dire des consonnes de « remplacement », pour celles qu'ils ne parviennent pas à réaliser), et plus de consonnes au lieu d'articulation antérieure que les bébés avec une fente labio-palatine. De plus, un nombre supérieur de bébés du groupe de fente palatine seule sont entrés dans la phase du babillage canonique au moment de l'étude.

⁵ Le nombre de participants ayant une fente du vélum était petit ; un test nonparamétrique *t* tests, Mann-Whitney *U*, a été utilisé pour déterminer si les différences étaient significatives dans les données de production de la parole entre les deux groupes et Student's *t* tests.

Cela implique qu'ils ont moins de retard au niveau du développement du langage, et rencontrent moins de difficultés quant à la production de certains sons, contrairement à certains résultats qui ont pu être trouvés antérieurement.

Les deux groupes présentent un répertoire consonantique équivalent, comportant le même nombre de consonnes distinctes (les bébés porteurs d'une fente palatine simple produisent à peine plus de consonnes correctement produites). La majorité des enfants, dans les deux groupes, produit les consonnes [m n w l h et ?], mais des différences sont notables pour [b w d n et r]. En effet, un plus petit pourcentage de bébés produit le [b d et n] dans le groupe avec une fente labio-palatine, avec respectivement 26%, 11% et 66% de réussite contre 39%, 33% et 89% pour le groupe avec une fente palatine simple. En revanche, ils sont plus nombreux à produire le [w] (97% contre 78% pour les fentes palatines simples). Hardin-Jones *et al.* ne notent pas de différences significatives par rapport au lieu d'articulation. Les bébés avec une fente palatine produisent plus de nasales et moins d'occlusives glottales, mais aucun résultat n'est réellement significatif.

En ce qui concerne cette étude, Hardin-Jones *et al.* (2003), malgré les écarts entre les groupes de locuteurs, ne trouvent pas de différence significative entre les différents types de fente.

Tableau 5 : Récapitulatif des sons produits par les enfants pathologiques selon le type de la fente (selon l'étude de Hardin-Jones *et al.*, 2003).

Son produit correctement	Fente palatine unique	Fente labio-palatine
[b]	39%	26%
[d]	33%	11%
[n]	89%	66%
[w]	78%	97%

Lohmander-Agerskov *et al.* (1994) étudient la production pré-linguistique de 35 bébés avec des fentes palatine et labio-palatine, et relèvent une fréquence significativement plus grande de sons antérieurs, de la part des bébés avec une fente palatine simple, rejoignant ainsi les résultats de Hardin-Jones *et al.* (2003).

Certains chercheurs suggèrent que le développement primaire des traits phonétiques peut être influencé par la taille (l'étendue) de la fente du palais (Lohmander-Agerskov *et al.*, 1994 ; Peterson-Falzone *et al.*, 2000). Lohmander-Agerskov *et al.* (1994) constatent, par exemple, une fréquence plus importante de sons postérieurs chez les enfants ayant une fente plus étendue.

L'étude de Hardin-Jones *et al.* (2003) va donc à l'encontre des recherches antérieures. Elle ne révèle en effet aucune relation entre l'étendue de la fente et les lieux d'articulation des sons les plus fréquents. Les résultats de leur étude suggèrent même que le type de fente ne jouerait pas de rôle significatif dans le développement primaire des consonnes chez les enfants ayant une fente palatine, même si ces enfants produisent moins d'articulations palatales que ceux dont les structures orales sont intactes. Scherer *et al.* (2000) notent que les différences significatives

n'apparaissent pas forcément avant l'âge de 12 mois, mais à 30 mois, c'est-à-dire après l'opération.

Finalement, il faudrait vérifier la tendance, en élargissant le groupe des enfants atteints de fente palatine et en prenant en considérations des précisions supplémentaires sur la pathologie exacte des locuteurs pour pouvoir confirmer si le type de fente opère une influence directe sur le langage. Nous y reviendrons dans ce Chapitre II., section 2.2.3.

Donnons un exemple de productions de la parole d'un enfant porteur d'une fente palatine. Ses productions ont été recueillies et analysées par Kieffer (1965). Cette étude est particulièrement intéressante, puisque c'est la seule à notre connaissance, qui repose sur des données cinéroradiographiques. En effet, les données cinéroradiographiques sont les seules qui puissent apporter de manière précise des renseignements sur la forme du conduit vocal, la localisation des occlusions et des constriction, ainsi que leurs caractéristiques, dans le conduit vocal. Kieffer (1965) a étudié l'articulation des consonnes du français chez 2 sujets pathologiques, grâce à la méthode cinéroradiographique. Pour ce faire, elle a comparé les résultats des mesures de ses locuteurs pathologiques (l'un présente un voile trop court, le second une fente palatine) à deux locuteurs sains. Signalons que les données d'un des locuteurs sains (français) avaient été enregistrées et analysées par Simon (*in* Kieffer, 1965) à la même période ; celles de l'autre sujet sain (norvégien) ont été analysées par Hala (*in* Kieffer, 1965). Nous avons retenu pour notre analyse comparative du sujet sain *vs.* le sujet pathologique l'enfant porteur d'une fente palatine (Flück), comparé au locuteur sain de Simon (*in* Kieffer, 1965).

Kieffer (1965) a d'abord décrit les consonnes de façon précise au niveau articuloire avant de procéder à une analyse des durées de ces consonnes. Nous en donnerons ici les principales caractéristiques, laissant les descriptions détaillées en annexe (Annexe 4). Kieffer décrit l'aspect des consonnes : chacune des consonnes diffère d'une réalisation normale par l'aspect de sa phase centrale et par les modalités de son déroulement. Elle note des changements articuloires (type et lieu d'articulation), des durées d'arrêts non conformes à la norme, et des différences de mode (occlusions dans les constrictives).

Ainsi, pour le locuteur pathologique, comparé au locuteur sain, elle observe pour les trois occlusives bilabiales [p, b et m], une position différente de la langue ; celle-ci est contractée vers l'arrière. Pour ce qui concerne le velum, la fermeture du port vélo pharyngée est réalisée pour les deux consonnes orales [p b], mais les points de contractions du velum et de la paroi du pharynx compensent les déficiences de relèvement du velum, lors de l'articulation. Toujours pour le locuteur pathologique, ainsi que les lèvres avancent moins pour [b et m], par rapport à la position de celles-ci chez le locuteur sain.

Chez l'enfant porteur d'une fente palatine, Flück, Kieffer (1965) constate une dénasalisation relative de la consonne [m], par rapport au locuteur de contrôle. La position du voile est certes plus basse pour le [m] que pour les orales correspondantes, mais l'effort de contraction pharyngale observée pour compenser le mauvais fonctionnement du voile, lors de la production des occlusives orales, s'est peut-être étendu à la nasale. Ces résultats sont surprenants, dans la mesure où les locuteurs atteints de fente palatine ont tendance à nasaliser tous les sons. Le

fait qu'ils en viennent à dénasaliser une consonne nasale démontrerait la motivation et l'élan de compensation de ces locuteurs.

Pour les occlusives [t et d], l'agencement est également différent à l'intérieur de la cavité buccale, entre les locuteurs sains et les locuteurs pathologiques. L'organisation de l'espace, liée à la position des articulateurs, diffère.

Pour le [n], le voile est moins relevé que pour le [d] ; il forme quelques contractions en face de la langue, et un coude important vis à vis de la paroi du pharynx. La paroi du pharynx, courbée en avant, offre un point de contraction en cet endroit. Il en résulte une fermeture vélo-pharyngée, contrairement à la « norme ». La zone de contact est plus postérieure pour ces productions. En ce qui concerne les consonnes nasales dénasalisées, Kieffer observe un passage linguo-pharyngé large, en comparaison de celui des orales correspondantes. Par rapport au [k] et au [g], la zone de contact est plus étendue (Vaxelaire, 1995b ; Vaxelaire & Sock, 1996), et le contact vélo-pharyngé plus long.

Contrairement aux occlusives, les constrictives sont réalisées selon une stratégie semblable, chez le locuteur sain et chez le locuteur pathologique.

Ces renseignements nous donnent des indications quant aux stratégies de réajustement adoptées par les locuteurs pathologiques au niveau articulaire ; il s'agit donc d'informations précieuses pour notre recherche.

Kieffer note, au niveau articulaire, des différences entre les locuteurs sains et pathologiques. Ses observations offrent des précisions sur le comportement compensatoire spécifique aux locuteurs porteurs de fente palatine. De tels résultats devraient nous permettre d'interpréter certains de nos résultats dans une démarche articulatoire-acoustique, où nous tâcherons de comprendre le dysfonctionnement articulaire apporté dans nos données acoustiques, temporelles et spectrales.

Les problèmes d'acquisition et de production des enfants porteurs de fente palatine s'expriment à tout âge de la croissance du locuteur. Nous avons pu constater dans cette section la diversité de ces problèmes, qui s'étendent aussi bien au niveau articulaire qu'aérodynamique.

Nous allons voir à présent que les problèmes s'étendent également au niveau phonologique.

II.2.2.2. Incidences phonologiques

Bien qu'il y ait une influence phonologique sur la production de la parole chez les locuteurs atteints de fente palatine, Witzel (1995) montre que la perspective phonétique a une utilité primaire dans la perception du langage des enfants porteurs de fente palatine. Si les enfants vont accéder au processus de sélection et d'ordonnement phonémique, ils seront toutefois bloqués au niveau de la production.

Selon Coplan et Gleason (1988), la moitié des productions d'un enfant sain de deux ans est comprise par un étranger (si ce dernier comprend la langue) et 75 % de sa production à l'âge de trois ans. Entre deux et trois ans, les capacités phonologiques évoluent considérablement avec le développement du lexique. Au niveau du lexique phonologique, les enfants sont capables d'identifier des contrastes phonémiques qu'ils ne sont pourtant pas en mesure de produire. Les enfants usent de processus phonologiques allant vers la simplification ; ils modifient ainsi la structure des mots et des syllabes par suppression, ou substituent des classes de sons à d'autres, assimilent des sons à d'autres. Le développement phonologique réside dans l'élimination progressive de tous ces processus de simplification.

Il semblerait que les déficits de communication ne soient pas d'origine purement anatomique chez un pourcentage significatif de la population avec fente palatine. En effet, environ 50% des enfants ont un problème persistant à l'adolescence, au niveau de la lecture. Richman *et al.* (1988, 1984) ; Eliason et Richman (1990) et Broder *et al.* (1998) ont constaté que 46% des enfants avec une fente palatine montraient des difficultés lors de l'apprentissage de la langue.

Harding et Grunwell (1995) prétendent que la production de la parole des enfants avec une fente palatine doit être considérée comme un trouble articulaire avec des conséquences phonologiques. Les processus phonologiques, identifiés comme étant utilisés par les enfants avec une fente palatine, incluent : la suppression de la consonne finale et de la consonne initiale, la nasalité, les assimilations vélaires et nasales, les pertitions nasales et les insertions glottales (Chapman & Hardin, 1992 ; Harding & Grunwell, 1995). On constate que ces processus sont plus nombreux et plus persistants que ceux utilisés par les sujets sains (*cf.* Chapitre II., section 4., sur les compensations articulaires).

Chapman et Hardin (1992) et Chapman (1993) nous ont fourni des informations quant au processus phonologique utilisé par des enfants avec ou sans fente palatine (*cf.* Tableau 6). Les résultats ont démontré que, jusqu'à l'âge de quatre ans, les enfants avec fente palatine utilisaient davantage de processus phonologiques (processus allant en général dans le sens de la simplification) que ceux sans fente palatine, mais qu'à partir de cinq ans il n'y a plus de différences significatives entre les deux groupes.

Des retards de langage et de nature phonologique ont été identifiés chez les enfants ayant une fente palatine (McWilliams *et al.*, 1990 ; Chapman, 1993), par rapport à ceux qui n'en avaient pas. Il existerait donc une immaturité linguistique expliquant la séparation entre les deux groupes. Richman *et al.* (1988) soulignent des erreurs au niveau de l'expression du langage et des problèmes de lecture significatifs dans le groupe des enfants avec fente palatine. Il y aurait ainsi un terrain propice aux troubles cognitifs, linguistiques et phonologiques chez les enfants avec une fente palatine, entraînant un handicap à l'apprentissage de la lecture ; celui-ci est en effet plus difficile pour des enfants dont l'immaturité linguistique est trop importante.

Certains enfants porteurs de fente palatine sont exposés à des retards de langage, c'est-à-dire que certains sons ne sont pas prononcés du tout jusqu'à un certain âge. D'autres présentent

des troubles articulatoires ; ceux-ci tentent de prononcer des sons qui sont alors mal articulés (problème de lieu, de mode, de sonorité ou encore de nasalité).

Le tableau ci-dessous (Tableau 6) récapitule les divers processus phonologiques auxquels les enfants porteurs de fente palatine ont recours. Ainsi, on constate que ces processus sont de natures très différentes, allant du remplacement consonantique à la suppression de certains sons (tel que nous l'avons énoncé précédemment).

Nous retiendrons cinq processus phonologiques compensatoires à partir du tableau ci-dessus (Tableau 6) adapté de Chapman (1993) :

(1) La suppression et la simplification. Ces processus consistent à supprimer totalement un son, le plus souvent la consonne qui est difficile à articuler pour les locuteurs porteurs de fente. Ainsi, ils supprimeront la consonne finale, initiale, ou médiane. Sinon, ils simplifient le son, de façon à pouvoir le prononcer ; ainsi les groupes consonantiques, mêmes simples, seront réduits à une seule consonne, et certaines consonnes seront transformées, devenant similaire à une autre consonne du segment (ex : $j\epsilon lo \rightarrow l\epsilon lo$).

(2) L'addition est liée à ce type de processus : quelques fois, il est plus facile pour les locuteurs de prononcer un son en l'associant à un autre, sans doute pour « s'appuyer » dessus (un son « béquille »), comme dans $ri\eta \rightarrow ri\eta g$, par exemple.

(3) Le remplacement. Les locuteurs ont souvent recours à un remplacement du son voulu par un autre, plus facile à prononcer en fonction de leur fente. Aussi, il n'est pas rare de voir les locuteurs porteurs d'une fente palatine procéder à un changement du mode articulatoire. En effet, une occlusive sera facilement remplacé par une nasale, ou par un son glottique, par exemple ($dyk \rightarrow nyk$ et $tʃik\grave{a}n \rightarrow tʃiʔ\grave{a}n$).

(4) Le voisement et le dévoisement. Dans certains cas, les locuteurs transforment la sonorité du son ; dans $tʃik\grave{a}n \rightarrow tʃi\grave{g}\grave{a}n$, les premières consonnes sont non voisées, mais suite à la production de la voyelle, il lui est difficile de stopper le voisement, et la consonne non voisée devient donc voisée

(5) Le déplacement du lieu d'articulation d'un son. En fonction de la localisation de la fente dont ils ont été opérés, les locuteurs procèdent régulièrement à l'antériorisation ou à la postériorisation de certains sons. Ainsi, une occlusive apico-alvéodentale se verra transformée en bilabiale ($no \rightarrow mo$), ou une occlusive vélaire en apico-alvéodentale ($gyn \rightarrow dyn$).

Tableau 6 : Processus phonologiques utilisés par les enfants porteurs de fente palatine (adapté de Chapman, 1993).

Appendice des processus phonologiques			
Suppression de la consonne finale	naɪf → na	Suppression de la consonne initiale	gyn → yn
Voisement initial	kyp → gyp	Remplacement glottique	tʃɪkən → tʃɪʔən
Réduction syllabique	tələfon → tɛfon	Posteriorisation	stov → kov
Anteriorisation palatale	fɪʃɪŋ → fɪsɪn	Remplacement nasal	dyk → nyk
Déaffrication	tʃɪkən → ʃɪkən	Addition d'un segment	riŋ → riŋg
Anteriorisation vélaire	gyn → dyn	Remplacement fricatif	riŋ → viŋ
Harmonie consonantique	Une consonne devient similaire à l'autre au niveau du lieu d'articulation : jelo → lɛlo	Remplacement occlusif	naɪf → daɪf
Suppression de <i>stridency</i>	haʊs → haʊ	Remplacement liquide/glide	fɪʃɪŋ → wɪʃɪn
Occlusion	naɪf → naɪp	Suppression de la consonne médiane	tələfon → tɛəfon
Simplification de <i>cluster</i>	stov → tov	Affrication	fɪʃɪŋ → fɪtʃɪŋ
Dévoisement final	flæg → flæk	Autre voisement	tʃɪkən → tʃɪgən
Simplification des liquides	riŋ → wiŋ	Autre anteriorisation	no → mo

Morris et Ozanne (2003) tentent d'éclaircir l'étiologie des troubles du langage comme étant une contrainte structurelle articulatoire, un trouble phonologique organisationnel sous-jacent, ou une immaturité linguistique persistante. Leur étude apporte une comparaison du développement phonétique et phonologique d'enfants de trois ans ayant une fente palatine et des retards de langage avec celui d'enfants ayant une fente palatine mais manifestant un développement cognitif normal. Il s'avère que les retards de langage expressif primaire observés peuvent déterminer le développement phonologique futur.

Le tableau ci-dessous illustre le retard de langage de certains enfants atteints de fente palatine, par rapport à d'autres enfants pathologiques sans retard de langage, à l'âge de 3 ans ; les premiers présentent de moins bons scores pour toutes les productions consonantiques, et sont les seuls à faire appel au [ʔ] de compensation (Tableau 7).

Tableau 7: Inventaire des acquisitions phonétiques à l'âge de 3 ans chez les enfants porteurs de fente palatine ayant un retard de langage, par rapport aux enfants porteurs de fente palatine ayant un développement normal de la parole (Morris et Ozanne, 2003).

Mode articulaire *	Plosives						Fricatives						Affriquées		Nasales			Liquides		Glides		Compen-sations			
	p	b	t	d	k	g	f	v	θ	ð	s	z	ʃ	ʒ	h	tʃ	dʒ	m	n	ŋ	l		r	j	w
DLN Groupe (n = 11)	11	11	11	11	11	10	7	2	1	1	10	9	2	0	10	4	1	11	11	10	7	1	7	11	0
ELR Groupe (n = 9)	9	9	7	9	6	7	2	0	0	0	4	2	2	0	7	1	0	9	9	7	2	0	6	8	6

* DLN = Développement langagier normal ; ELR = Expression langagière retardée

Morris et Ozanne (2003) examinent les capacités de production du langage de deux groupes avec fente palatine, soit « NLD » vs « DEL ». Les résultats de leur étude montrent que la différence de connaissances au niveau de l'expression du langage à deux ans persiste à trois ans. On constate également que les profils phonétique et phonologique de ces deux groupes diffèrent à trois ans (cf. tableaux 7 et 8). Ces différences ne permettent aucune conclusion par rapport aux trois étiologies proposées dans la littérature (purement structurelle, immaturité générale cognitive et linguistique et troubles phonologiques du langage). Les résultats de leur étude ne vont pas dans le sens de l'hypothèse de l'immaturité cognitive-linguistique, mais soutiennent la thèse du trouble du langage phonologique. Il résulte, de cette étude également, que l'étiologie structuro-anatomique seule n'est pas cohérente.

Tableau 8 : Récapitulatif des production de la parole chez les enfants porteurs de fente palatine présentant un retard de langage par rapport aux enfants porteurs de fente palatine ayant un développement normal de la parole (Adapté de Morris & Ozanne, 2003).

	<i>DEL Group</i>	<i>NLD Group</i>
Perception / Compréhension du langage Développement Syntaxique (p = 0.004)	Limites de l'âge moyen ↓ LMO, moyenne = 2.27 Étendue = 1.73-2.93	Limites de l'âge moyen normal LMO, moyenne = 3.29 Étendue = 1.77-4.54
Diversité lexicale	RTP, étendue = 0.43-0.77	RTP, étendue = 0.53-0.72
Pourcentage moyen de consonnes correctes, p = 0.006 Plosives, p = 0.01 Nasales, p = 0.026 Fricatives, p = < 0.001 Liquides, p = 0.008 clusters, p = 0.001 Cluster éléments, p = 0.002	↓ total PCC, 41.3% ↓ plosives, 50.1% ↓ nasales, 86.2% ↓ fricatives, 18.9% ↓ liquides, 9.5% ↓ clusters, 5.4% ↓ cluster éléments, 19.1%	total PCC, 67.5% plosives, 79.9% nasales, 95.6% fricatives, 51.9% liquides, 38.3% clusters, 32.3% cluster clusters, 50.01%
Taille de l'inventaire phonétique, p = 0.008	↓ taille, moyenne = 12, étendue = 10-16 ↓ fricatives & affriquées	taille, moyenne = 15, étendue = 13-17
Articulations compensatoires	utilisation de [ʔ] (67% of group)	no use
Traitements phonologiques	↑ Traitements perturbés, effacement cons. médian (p = 0.026) insertion glottale (p < 0.001) préférence nasale (p < 0.008) ↑ assimilation nasale (p = 0.003) effacement cons. final (p = 0.018) cluster réduction (p = 0.004)	↑ utilisation de simplification fricative (p = 0.034)

*ELR = expression langagière retardée; NLD = Développement langagier normal; RTP = ratio du type de production; PCC = pourcentage de consonnes correctes ; LMO : Longueur moyenne des occurrences

Le tableau ci-dessus révèle de très nettes différences quant au développement de la parole au sein même de la population d'enfants atteints de fente palatine. En effet, on constate que le pourcentage moyen de consonnes correctement produites passe de 41,3% dans le groupe présentant un retard de langage, à 67,5% chez les enfants présentant un développement normal de la parole.

Les informations apportées dans cette section soulignent le fait que les fentes palatines ont un impact phonétique mais également phonologique sur la production de la parole du locuteur pathologique. Ainsi, ces locuteurs seront plus souvent exposés à des retards dans les différents domaines de la parole (lecture, expression, acquisitions lexicales, syntaxiques, phonétiques et phonologiques...).

Après avoir étudié l'acquisition du langage, l'aspect phonétique et phonologique de la parole chez des sujets atteints de fente palatine, nous nous intéressons de savoir si le *type* de fente joue un rôle particulier sur les caractéristiques linguistiques et langagières de ces locuteurs. En effet, nous avons constaté que des groupes différents se forment au sein d'une même pathologie, dans l'étude de Morris et Ozanne (2003). Ce constat nous amène à nous poser les questions suivantes : 1) Existe-t-il des fentes moins sévères que d'autres, et doivent-elles être traitées différemment ? 2) Quelles en sont les diverses conséquences sur le plan linguistique ?

Du fait de leur fente palatine, un grand nombre d'enfants souffrent d'insuffisance vélaire. En conséquence, l'étude de la production de la parole dans les cas d'insuffisance vélaire est particulièrement intéressante. Toutefois, notre recherche n'étant pas axée directement sur ce phénomène, nous renvoyons notre lecteur à l'Annexe 2 pour de plus amples informations sur cette pathologie.

II.2.2.3. Impact du type de fente sur les caractéristiques linguistiques des locuteurs

Les études cliniques menées ces 40 dernières années ont montré que le type de fente était un facteur important influençant la parole des enfants atteints de fente palatine. Bien qu'il existe un certain désaccord (Bzoch, 1956 ; Spriesterbach et Powers, 1959 ; Spriesterbach *et al.*, 1961 ; Morris, 1962 ; Haapanen, 1994), la majorité des études suggère que plus la fente est sévère (c'est-à-dire plus elle est étendue), plus l'impact sur la parole sera important (Starr, 1956 ; Byrne *et al.*, 1961 ; Krause *et al.*, 1976 ; Riski et Delong, 1984 ; Van Demark et Hardin, 1985 ; Alberty et Grunwell, 1993 ; Karling *et al.*, 1993). Ces recherches restent cependant incapables de révéler un classement des fentes, par rapport à leur degré de gravité.

Les enfants ayant une fente labio-palatine présentent le plus souvent des problèmes d'insuffisance vélo-pharyngales (Krause *et al.*, 1976) et produisent davantage d'erreurs articulatoires, telles que l'antériorisation (contact lingual plus en avant dans la cavité buccale) ou la posteriorisation (contact lingual plus en arrière dans la cavité buccale) des sons, ou encore une pression inadéquate pour la production de certains sons. Riski et Delong (1984) ont fait passer des tests à 108 enfants ayant des fentes palatines, sur 94 items du test d'articulation de Templin et

Darley⁶ (1969). Ils constatent que les enfants avec une fente labio-palatine requièrent une prise en charge orthophonique plus régulière (Albery & Grunwell, 1993) que les enfants atteints d'une fente palatine seule.

De plus, les individus avec une fente labio-palatine bilatérale présentent un langage plus pauvre (c'est à dire qu'ils disposent d'un répertoire de sons plus réduit), davantage de compensations articulatoires, et ont plus besoin de rééducation que les enfants avec une fente labio-palatine unilatérale (Van Demark et Hardin, 1985 ; Dalston, 1992 ; Karling *et al.*, 1993 ; Lofhede *et al.*, 2001). En outre, ces deux groupes (de fente labio-palatine uni- et bilatérale) ont encore plus de problèmes que les individus avec une fente simple du palais (Van Demark, 1974 ; Hardin-Jones *et al.*, 1993). Ces différences observées au niveau de la parole, chez les individus ayant des fentes palatines ou labio-palatines, sont généralement attribuées aux déficits morphologiques associés aux fentes, tandis que les différences articulatoires seraient liées aux problèmes dentaire/occlusal (Peterson-Falzone *et al.* 2000).

Comme on pouvait s'y attendre, les enfants ayant une fente labio-palatine totale présentent un plus grand risque de problèmes articulatoires que les enfants avec une fente palatine isolée ; l'étendue de la fente sur les alvéoles prédispose l'enfant à des problèmes occlusifs dits dentaires, et ces problèmes sont significatifs, car ils influencent la précision de la production de la consonne. Il en résulte des distorsions des fricatives [f v s z], celles-ci sollicitant les dents pour leur production et leur identité acoustique.

Lohmander-Agerskov *et al.* (1994) ont remarqué que les enfants avec une fente palatine seule produisent un plus grand pourcentage de consonnes antérieures que ceux ayant une fente labio-palatine. En effet, ces derniers, gênés par la fente qui se situe au niveau antérieur de la cavité buccale, vont utiliser davantage la partie postérieure, évitant au maximum toute production antérieure.

Scherer *et al.* (2000), eux, constatent que les enfants avec une fente palatine produisent, à l'âge de trente mois, plus de combinaisons consonnes-voyelles que le groupe avec une fente labio-palatine, bien qu'ils aient le même répertoire de sons à cet âge. A cet âge, le groupe avec une fente palatine unique est en avance en ce qui concerne le développement consonantique, par rapport au groupe d'enfant avec une fente labio-palatine. En revanche, ils sont moins performants au niveau du développement de l'expression et de la compréhension du langage, ainsi que du vocabulaire, par rapport aux enfants avec une fente labio-palatine. Cela concorde avec les études menées par Scherer et Kalbfleisch (1997), qui ont trouvé que le groupe avec une fente palatine simple présente de plus gros risques de retard de langage que le groupe avec une fente labio-palatine. Les résultats de Scherer *et al.* sont par contre en désaccord avec ceux de Broen *et al.* (1998), qui, avec le même test (*Mental scale of the Bayley Scales of Infant Development*)⁷, avaient trouvé de meilleurs résultats pour les enfants porteurs d'une fente palatine simple.

⁶ Test d'articulation de Templin et Darley : Test d'élocution contenant 176 items. Ce test évalue les productions d'enfants âgés de 3 à 8 ans et permet d'obtenir une description détaillée et une évaluation de l'articulation des enfants.

⁷ *Mental scale of the Bayley Scales of Infant Development* : Test visant à mesurer le développement d'enfants âgés de 1 à 42 mois à trois niveaux : mental, moteur et comportemental. Ce test est utilisé pour décrire les fonctions développementales et permet de diagnostiquer des retards ou dysfonctionnements.

Théoriquement, les bébés ayant des types de fentes différents devraient montrer des différences dans le développement phonétique se rapportant directement aux structures impliquées. Par exemple, un bébé qui a une fente du palais dur devrait éviter la production de consonnes alvéolaires pendant la période de babillage, puisque la surface de contact de l'articulation antérieure est altérée, voire absente. À l'inverse, un bébé avec une fente du vélum n'éviterait pas ces articulations antérieures (à moins que la nasalisation associée à un ensemble oro-nasal ait un effet primordial sur le développement phonétique primaire).

Le tableau ci-dessous, récapitulatif, révèle que les fentes labio-palatines engendreraient davantage de perturbation par rapport à la production de la parole. Les études diffèrent cependant sur la question du retard d'acquisition, mais il semble que plus le degré de la fente est sévère, plus les problèmes sont nombreux, tel qu'on peut l'attendre (Tableau 9).

Tableau 9 : Récapitulatif, comparatif des conséquences engendrées par les fentes labio-palatines et fentes simples sur la production de la parole.

	Fente palatine	Fente labio-palatine
Problèmes d'insuffisance vélo-pharyngal		+
Erreurs articulatoires		+
Production de consonnes antérieures	+	
Production de segments C-V à 30 mois	+	
Performance développement du langage et acquisition du vocabulaire		+
Problèmes de retard d'acquisition	+ (Selon Scherer <i>et al.</i> , 2000 et Kalbfleisch, 1997)	+ (Selon Broen <i>et al.</i> , 1998)

Marino *et al.* (2004) ont testé l'adaptabilité du système de la parole à un élément perturbateur, qui était alors un obturateur palatal, sur un sujet âgé de 43 ans, et porteur d'une fente bilatérale totale (étendue au palais dur et au vélum), non opérée. Le but était de déterminer les effets du mouvement de la langue suivant une ouverture expérimentale de la cavité buccale (de 20 mm²). Les mouvements de la langue étaient enregistrés grâce à un articulographe électromagnétique. Cette expérience a révélé que l'introduction d'un élément perturbateur induit des effets sur le mouvement de la langue, mais seulement temporairement, puisque le système se normalise après cinq jours. Bien que la réponse ait été immédiate, le sujet a tenté de suite de bouger la langue vers l'ouverture de façon à bloquer l'air perdu. Il résulte de cette recherche que des ajustements physiologiques (respiratoire par exemple) peuvent aider à rétablir un système de régulation de la pression.

Les fentes, même suite à des opérations chirurgicales réussies, engendrent des difficultés quant à la production de la parole. De plus, dans certains cas, il reste des trous résiduels, appelés « fistules ».

Une fistule peut avoir un effet perturbateur sur le langage, dans la mesure où elle augmente le flux d'air nasal et fait baisser la pression d'air intra-orale, lors de la production de consonnes occlusives orales, provoquant une déformation de ces sons (Morley, 1970 ; Jackson *et al.*, 1976 ; Schultz, 1986 ; Henningson & Isberg, 1987). Il peut y avoir également une augmentation des résonances nasales lors de la production de sons dits oraux. Contrairement à ce que l'on pourrait penser cliniquement, même une toute petite fente peut avoir des conséquences sur le langage (Henningson & Isberg, 1987 ; Karling *et al.*, 1993). Un changement dans le lieu d'articulation peut également entraîner des erreurs de production des sons. En effet, le mouvement de la langue peut avoir pour but de bloquer la fistule afin d'avoir une pression normale et de maintenir les caractéristiques d'une consonne, consonne dont le lieu articuloire pourrait alors être dévié (Witzel, 1995).

Certaines études ont démontré le lien entre la taille et l'emplacement de la fente et le lieu de l'articulation (Henningson & Isberg, 1987 ; Karling *et al.*, 1993). D'autres ont pu décrire, grâce à des instruments de mesure, les contacts linguo-palataux généralement associés aux fistules palatales (Trost, 1981 ; Michi *et al.*, 1986 ; Yamashita & Michi, 1991 ; Santelmann *et al.*, 1999, Gibbon & Crampin, 2001). En général, les informations données par ces études confirment la description radiographique de l'occlusive middorso-palatale de Trost (1981), pour laquelle la pointe de la langue se rétracte, alors que le milieu du dos de la langue s'élève lors de la production des occlusives alvéolaires /t, d/, ou des vélaires /k, q/. Seuls Pinborough-Zimmernan *et al.* (1997) n'ont trouvé aucune différence entre les productions de 15 enfants venants d'être opérés de fentes antérieures palatales de différentes tailles, par rapport aux lieux d'articulation attendus.

Une amélioration significative a été identifiée dans le placement de la langue, lors de la production de fricatives sourdes, dès 4 à 7 semaines après l'opération. Cette étude démontre que la position de la langue, pour les sons consonantiques, changent en réponse (parallèlement) à un changement structurel (transformation de la zone opérée), comme une fonction de temps indiquant que le système moteur de la parole peut s'adapter à un changement dans la structure périphérique pour maintenir une « justesse » dans la production. Le changement observé par rapport au lieu d'articulation va dans le sens attendu, avec un mouvement de la langue allant vers un lieu plus postérieur en présence de la fente palatine, et vers un lieu plus antérieur après quelques semaines de fermeture de la fente. Les locuteurs adoptent donc diverses stratégies compensatoires, mais la capacité d'adaptation est propre à chacun, chaque sujet réagira ainsi de façon différente (Hamlet, 1985).

Les conséquences néfastes pour la production de la parole des fistules après opération, chez les individus ayant une fente palatine, ont considérablement évolué ces dernières années, passant de 80% (Musgrave & Bremner, 1960) à un pourcentage se situant entre 0 et 30% (Oneal, 1971 ; Ross & Johnston, 1972 ; Åbyholm *et al.*, 1979 ; Amaratunga, 1988 ; Dufresne, 1990 ; Cohen *et al.*, 1991). Ces incidences varient selon les centres de chirurgie et de rééducation, et selon la sévérité de la fente originale.

La fistule entre la cavité nasale et orale peut avoir lieu tout au long du site de la fente originelle (Lindsay, 1971 ; Schultz, 1986 ; Dufresne, 1990). Cependant, la majorité des fentes se

située dans la partie antérieure du palais dur, surtout dans la zone alvéolaire. Les plus fréquentes sont ensuite les fentes oro-nasales, à la jonction entre le palais mou et le palais dur. Celles du palais mou sont plus rares. On peut également trouver des combinaisons de tous ces lieux (Peterson-Falzone *et al.*, 2001).

Les fistules ont été classées selon un ordre de grandeur. La majorité des recherches a montré que les petites fistules peuvent être asymptomatiques pour le langage (Oneal, 1971 ; Krause *et al.*, 1976 ; Randall, 1986). En revanche, les fistules plus larges rendent souvent des émissions nasales audibles, avec une pression affaiblie, avec ou sans hypernasalité (Shelton & Blank, 1984). La plupart des études reposent sur des évidences cliniques. Il résulte des études qui ont tenté de corréler directement la taille de la fistule et la production du langage que même une petite fistule (4,5 mm²) peut avoir un effet sur le langage (Henningsson & Isberg, 1987 ; Karling *et al.*, 1993). Les fistules ont également un effet sur l'acquisition du langage, or celles-ci ne sont souvent pas prises en charge avant l'âge de cinq ou six ans. Tel que l'ont démontré Vandrebek *et al.* (2009), il serait nécessaire de recourir simultanément à une évaluation instrumentale et perceptive de la parole afin de saisir plus précisément les distorsions phonétiques des productions de ces enfants, impact direct de l'absence d'obturation de la fistule.

Le tableau ci-dessous (Tableau 10) révèle des avis divergents concernant l'impact des fistules sur le langage. Les études les plus récentes laissent toutefois penser que même une petite fistule est à prendre en compte. Une évaluation de la parole chez les jeunes enfants serait par conséquent nécessaire.

Tableau 10 : Récapitulatif relatif à l'impact des fistules sur le langage, selon différents auteurs.

Taille de la fistule	Incidence sur le langage	source
Petite fistule	asymptomatique	Oneal, 1971 ; Krause <i>et al.</i> , 1976 ; Randall, 1986
	Effets sur l'acquisition du langage	Henningsson & Isberg, 1987 ; Karling <i>et al.</i> , 1993
Fistule plus large	Emissions nasales audibles Pression affaiblie Hypernasalité possible	Shelton & Blank, 1984
Nécessité d'une évaluation instrumentale et perceptive au plus tôt		Vandrebek <i>et al.</i> (2009)

Nous avons pu voir, dans cette section, que l'acquisition des sons de la parole se fait différemment chez les enfants porteurs d'une fente palatine que chez les enfants sans trouble de la parole, et ce dans toutes les langues examinées. En effet, du fait même de cette malformation, les enfants sont obligés de pallier à certains problèmes de nature articulatoire, et, pour ceux dont le velum est atteint, de nature aérodynamique. Cela entraîne des conséquences phonologiques, et ces enfants, en plus des retards phonétiques, vont être confrontés à une immaturité linguistique,

et donc à un certain retard de langage. Cette section montre également le grand écart qui existe entre les différentes productions des enfants ayant une fente palatine ; celui-ci est lié au type de la fente. Nous avons pu constater que les différentes fentes entraînent différentes perturbations qui peuvent être plus ou moins importantes.

Les enfants porteurs de fente palatine doivent, en conséquence, avoir recours à certaines stratégies de réajustement, et usent le plus souvent de manœuvres compensatoires. Cela veut dire qu'ils trouvent des solutions, au moyen de divers mécanismes (moteurs et aérodynamiques) pour produire des sons qui, même s'ils sont relativement «faux» par rapport à une «cible» articuloire habituelle, se rapprochent au maximum des propriétés acoustiques des sons désirés et sont, en conséquence, perçus comme «justes» par l'auditeur. Nous développerons ces notions de productions compensatoires dans la section suivante.

II.2.3. Caractéristiques de la parole chez des adultes opérés de fente palatine mais ayant une fonction vélo-pharyngale satisfaisante

Donnons à présent une description des productions de la parole d'adultes opérés d'une fente palatine, description d'abord aérodynamique, puis articuloire.

II.2.3.1. Fonction vélo-pharyngale : au niveau aérodynamique

Dalston *et al.* (1990) ont comparé les mesures de pression nasale et intra-orale de 20 adultes sans fente palatine avec celles de 26 adultes opérés d'un palais fendu. Tous les sujets ont une fonction vélopharyngale satisfaisante, vérifiée par un test aérodynamique préalable. Les locuteurs étaient considérés comme ayant une fermeture satisfaisante si l'espace vélopharyngal n'était pas supérieur à 0.049 cm² durant la production du [p] dans [hamper].

L'étude a révélé que les locuteurs sans fente palatine se sont démarqués des locuteurs porteurs de fente, avec une parole contenant significativement moins de flux nasal et une courbe de pression intra-orale décalée temporellement vers l'avant (cela est sans doute lié à la difficulté des locuteurs pathologiques à produire la pression nécessaire rapidement). Ces différences suggèrent que les locuteurs ayant une fente palatine avec une fonction vélopharyngale satisfaisante ont recours à certains ajustements compensatoires qui leur sont nécessaires en raison de leur capacité réduite à produire des mouvements vélopharyngaux correctement.

Il a en effet été démontré que, pour une même cible articuloire, une grande variabilité de mouvements est possible, et chaque individu possède son propre système. Kuehn *et al.* (1982) remarquent que l'activité du muscle *levator palatini**, associée à une élévation vélaire, varie considérablement selon les productions, chez des locuteurs sans trouble de la parole, et dépend en grande partie du degré d'activité réalisée en même temps par le muscle palatoglosse*.

Karnell *et al.* (1985), dans une étude cinéradiographique observant 4 femmes adultes opérées d'une fente palatine postérieure, repèrent des mouvements articuloires diversifiés chez les locuteurs présentant des distorsions de résonance similaires. En raison de la multitude de fermetures vélopharyngales pouvant être réalisée, ils suggèrent que l'imitation du modèle

articulatoire d'un sujet sans fente palatine n'est pas l'adaptation la plus appropriée pour un locuteur avec une fente palatine. Pour compenser l'altération vélopharyngale, le meilleur moyen pour ces locuteurs est de réorganiser leur système moteur en l'adaptant à leur propre structure, totalement unique.

Warren *et al.* (1989a) ont trouvé, dans une étude aérodynamique comparant les deux types de locuteurs (avec ou sans fermeture vélopharyngale satisfaisante), que le groupe contrôle (locuteurs ayant une fente palatine mais une fermeture satisfaisante, inférieure à 0.05 cm²) avait la pression intra-orale la plus grande, tandis que le groupe ayant une fermeture insuffisante (supérieure à 0.20 cm²) avait la pression intra-orale la plus basse, tel que nous pouvions le prévoir.

Le but de l'étude de Dalston *et al.* (1990) était d'étendre les résultats de Warren *et al.* (1989a), en comparant les caractéristiques aérodynamiques de la parole chez des locuteurs ayant une fente palatine mais une fonction vélopharyngale jugée suffisante, et des locuteurs de contrôle. Ces deux groupes parviennent tous deux à des fermetures satisfaisantes, mais par des moyens différents. Les paramètres aérodynamiques, tels que la pression d'air intra-orale et le flux d'air nasal, varient avec l'âge (Bernthal & Beukelman, 1978 ; Stathopoulos & Weismer, 1985 ; Dalston *et al.*, 1988 ; 1990). Les locuteurs de cette étude sont âgés d'au moins 15 ans, âge correspondant à la limite la plus basse de l'âge adulte, où la cavité nasale et les performances de la parole se stabilisent. Il se peut également que la pression intra-orale et le flux d'air nasal varient selon le sexe du locuteur (Subtelny *et al.*, 1966 ; Emanuel & Counihan, 1970 ; Dalston *et al.*, 1990).

Les premières analyses statistiques ont montré que le groupe de patients ayant une fente palatine ont une zone d'ouverture vélopharyngale significativement plus grande que celle des sujets de contrôle, même si la différence reste minime (0.013 cm²). Aucun locuteur ne montre de trace d'hypernasalité ou d'émissions d'air nasal perceptibles dans sa parole.

Bien que les deux groupes semblent avoir des capacités similaires quant à la réalisation de la fermeture vélopharyngale, les analyses de variance ont révélé des différences significatives sur au moins une des variables incluse dans l'analyse, au niveau du flux d'air. Les mesures de pression ne montrent pas de différences, ce qui est étonnant dans la mesure où les locuteurs porteurs de fente ont plus de difficultés à produire la fermeture. En revanche, les différences sont significatives entre les groupes au niveau du flux d'air, comme on pouvait s'y attendre au regard des études précédentes (Warren *et al.*, 1985 ; Warren *et al.*, 1989a). Les valeurs de mesures du flux d'air nasal augmentant selon les groupes, avec le degré d'importance d'insuffisance vélopharyngale (Warren *et al.*, 1985 ; Warren *et al.*, 1989a), les sujets ayant une fente palatine dans l'étude de Dalston *et al.* (1990) diffèrent des sujets de contrôle. Des recherches ont montré que la durée différencie également les patients ayant une fermeture satisfaisante de ceux dont le degré de fermeture est insatisfaisant (Warren *et al.*, 1989a).

Même si le groupe de locuteurs ayant une fente palatine présente une fermeture vélopharyngale satisfaisante, il apparaît que ces locuteurs font certains ajustements qui sont décelables dans leur performance aérodynamique. Le flux d'air nasal et la pression d'air intra-orale reflétant l'effort respiratoire, il semble qu'ils réduisent leur effort respiratoire, peut-être dans le but de minimiser la perte à travers le port vélopharyngal et de concentrer l'air au maximum dans la production de la parole. Cette conclusion se base sur le fait que, chez le groupe de locuteurs opérés d'une fente

palatine, la moyenne de pression intra-orale est légèrement plus basse, et la moyenne de flux d'air nasal significativement plus basse.

Dalston *et al.* (1990) ont également trouvé que la pression du pouls associée au [p] dans le mot [hamper] était décalée temporellement en avant, bien que l'étendue fût moindre en comparaison avec des patients ayant des degrés variés d'insuffisance (Warren *et al.*, 1989a). Ce changement peut expliquer pourquoi le pic de pression de flux nasal était plus grand chez les sujets opérés d'une fente palatine par rapport aux sujets de contrôle. L'essence de l'hypothèse de régulation du système est une tentative de maintien de la pression adéquate, pour que la production des consonnes soit faite, lorsqu'il y a une baisse de la résistance à l'intérieur du conduit vocal. Les stratégies déployées par les locuteurs en réponse à un défaut structurel tendent à assurer la stabilité de la pression. Le conduit vocal est perçu comme un tube contenant les composés oraux, nasaux, pharyngaux et glottaux, avec les poumons comme source d'énergie. Chaque composant du système peut offrir une résistance au flux d'air. Le programme du contrôle moteur de la parole coordonne les activités de ces structures, de façon à ce que les parties fonctionnelles et anatomiques du système de la parole soient contraintes d'agir ensemble vers un but commun. A l'intérieur de cette structure, l'activité des systèmes respiratoire et articulatoire sont sensés être coordonnés dans le but de réguler la pression de la parole (Warren, 1986). Le problème de coordination des mouvements, chez les locuteurs porteurs de fente palatine, pourrait également entraîner des problèmes plus généraux dans la parole.

Des recherches antérieures indiquent qu'une baisse de la résistance au niveau du port vélopharyngal est associée à une augmentation de l'effort respiratoire, dans une tentative de garder la pression à un niveau adéquat pour la production de la parole (Warren, 1967 ; Warren *et al.*, 1985 ; Warren, 1986 ; Minsley *et al.*, 1987 ; 1988). Les résultats de Dalston *et al.* (1990) suggèrent que les individus ayant une fente palatine et une fonction vélopharyngale suffisante peuvent en fait réduire leur effort respiratoire durant la parole.

Le pic le plus bas de flux d'air nasal observé chez les sujets ayant une fente palatine peut refléter simplement l'existence d'une résistance plus importante de la voie respiratoire nasale chez ces sujets. D'autres recherches vont dans ce sens (Warren *et al.*, 1987, Warren *et al.*, 1989b). La moyenne de flux nasal est significativement plus petite chez les locuteurs ayant une fente palatine que chez les adultes sans fente. Cela peut être dû, en partie, à une différence de taille des cavités nasales, mais elle n'est pas le seul facteur soulignant les différences de pic de flux d'air nasal entre ces deux groupes. En effet, une autre hypothèse est possible ; la réduction du flux nasal durant la production du [m] par les sujets ayant une fente palatine peut être due aux effets combinés de la résistance passive dans la cavité supérieure, couplée avec une réponse anticipatoire pour assurer que la consonne suivante [p] soit produite sans émission d'air nasal. Cette anticipation impliquerait une réduction de l'effort respiratoire, qui causerait une baisse de flux d'air nasal durant le [m], et une baisse de la pression intra-orale durant la consonne [p].

Il est également possible que la réduction du flux d'air nasal durant la consonne nasale soit le résultat de changements actifs dans la zone nasale (Warren, 1986a), ou d'une réduction dans l'ouverture du port vélopharyngal durant la production de la consonne nasale. Il semblerait, de

plus, que les mouvements de fermeture vélopharyngale soient plus lents chez les locuteurs ayant une fente palatine ; le vélum étant moins musclé, il est de fait moins dynamique.

Le pic de pression du flux d'air nasal est significativement plus grand chez les locuteurs opérés de fente palatine. Cela rejoint les résultats des études plaçant l'hypernasalité comme trait caractéristique de la parole des locuteurs atteints de fente palatine. Ce trait, même s'il est compensé par les locuteurs adultes, reste sous-jacent dans leur production de la parole.

Si la fonction vélopharyngale est satisfaisante pour maintenir une pression adéquate pour la production de la parole, le locuteur est libre de faire des ajustements mineurs pour optimiser ses performances de langage (Laine *et al.*, 1988). Dans le but de minimiser l'hypernasalité et les émissions d'air nasal dans la parole de certains patients, les cliniciens peuvent recommander l'utilisation de contacts articulatoires légers et une réduction de toute la puissance vocale. C'est ce qu'ont fait ici naturellement les patients opérés d'une fente palatine.

Ainsi, nous retiendrons que les différences aérodynamiques, observées entre le groupe de locuteurs ayant une fente palatine, mais un degré satisfaisant de fermeture du port vélopharyngal, et le groupe de locuteurs sans trouble de la parole, s'expliquent surtout en termes de différentiel d'efforts respiratoires.

Voyons à présents quelles différences s'opèrent au niveau articulatoire.

II.2.3.2. Fonction vélo-pharyngale : au niveau articulatoire

Nous nous intéressons ici plus particulièrement à une étude réalisée par Yamashita et Michi (1991), car celle-ci apporte des informations sur la façon dont l'air traverse le conduit vocal, et les conséquences articulatoires, chez des sujets opérés d'une fente palatine, qui, nous le verrons, conservent certaines habitudes.

Yamashita et Michi (1991) ont mené une étude électropalatographique sur 3 patients opérés d'une fente palatine, qui ont une voûte palatine normale et qui obtiennent une fonction vélopharyngale satisfaisante. Ainsi, les auteurs ont pu observer les caractéristiques communes du contact linguo-palatal, bien que celui-ci ait été réalisé à la frontière de la norme, ou plus postérieurement par rapport à la norme. Cette déviance articulatoire a trois sources possibles, selon la direction des émissions du souffle : les « erreurs » articulatoires de palatalisation (l'air passe le long de la ligne médiane du palais), les « erreurs » articulatoires latérales (l'air passe latéralement à travers l'arcade dentaire) et les « erreurs » articulatoires nasopharyngales (l'air sort par le nez). Ces trois déviances articulatoires sont considérées comme étant similaires au « modèle articulatoire postérieur » (posterior articulatory pattern), intraitable chez les patients atteints de fente palatine. Cette étude montre cependant que ces « erreurs » articulatoires peuvent être produites aussi par des locuteurs opérés d'une fente palatine mais ayant atteint une fonction vélopharyngale satisfaisante et ayant une voûte palatine normale.

Nguyen *et al.* (1996) ont montré, grâce à une étude EPG, le fait que le modèle de contacts linguo-palatal peut être réduit à un petit nombre de paramètres indépendants, et les deux paramètres de contrôle les plus importants semblent être associés aux contacts linguo-palatal

dans la zone alvéolaire et la zone palatale, respectivement. Aussi, l'apex et le dos de la langue sont deux articulateurs indépendamment contrôlables (Hardcastle, 1976) ; cela donnerait une indication quant à la liberté de mouvements qu'ont les locuteurs pathologiques pour effectuer ces différents contacts en fonction de leur perturbation. Nguyen *et al.* (1996) notent encore que certains contacts reflètent les articulations particulières qui peuvent être dues à un facteur anatomique, tel que la forme de la voûte palatine, par exemple. Ainsi, chaque locuteur aurait des stratégies articulatoires adaptées à son anatomie.

Michi *et al.* (1986), dans un article rapportant une étude menée sur une patiente de 6 ans opérée d'une fente labio-palatine, décrivent des déviations articulatoires de type palatal et latéral, perçues au moyen de l'électropalatographie, de la radiographie latérale et de l'examen du flux d'air. Les constriction ou occlusions sont réalisées chez cette patiente à la limite de la partie postérieure du palais dur, et antérieure du vélum. Yamashita et Michi (1991) considèrent que les erreurs articulatoires de palatalisation et les occlusives middorso-palatales sont toutes deux produites par le même mouvement articulatoire ; la pointe de la langue est rétractée, et l'arrière, ainsi que le milieu du dos de la langue, s'élèvent de façon à créer un contact palatal postérieur.

Yamashita *et al.* (1981), Michi (1986) et Michi *et al.* (1986) concluent que le flux d'air passe latéralement, en dehors d'une arcade dentaire occluse à travers des espaces antérieurs aux molaires, et la langue maintient un contact linguo-palatal continue complet durant l'énoncé de l'erreur articulatoire latérale (considérée comme étant produite entre la muqueuse buccale et l'arcade dentaire). Hardcastle *et al.* (1989) établissent le fait que le modèle électropalatographique pour les fricatives [s z H] mal articulées ne montre aucune évidence dans la zone alvéolaire. La langue établit un contact complet avec le palais dans cette zone, et l'air est présumé forcer latéralement entre les dents et la paroi de la joue.

Michi (1986) conclut que l'air ne passe pas par la surface du palais dur mais à travers le nez. La langue maintient son contact lingo-palatal tout au long de l'articulation naso-pharyngal. Celle-ci serait similaire au zéaiement nasal défini par Power (1971).

Les résultats de l'étude de Yamashita et Michi (1991) ont révélé un VOT plus long que la normale pour le [t], avec une transition de F2 décroissante et une transition de F3 croissante lors de la production du [t] avec la voyelle adjacente [a]. Ces caractéristiques acoustiques, correspondant davantage à la vélaire [g], peuvent être considérées au niveau articulatoire.

L'examen du flux d'air du premier sujet confirme que le souffle circule suivant la ligne médiane de la langue. Les données spectrographiques révèlent que les caractéristiques acoustiques des consonnes produites avec une déviation articulatoire palatale se rapprochent davantage des caractéristiques des sons vélaire « normaux » que de celles des sons dentaux ou alvéolaires « normaux ». Cela concorde avec les résultats de Wakumoto (1989). Chez le deuxième sujet, l'air circule latéralement à l'extérieur de la bouche. Les résultats spectrographiques sont en accord avec les conclusions antérieures de Daniloff *et al.* (1980) et Takahashi (1986) ; tous les sons déformés sont des déviations latérales. Chez le troisième locuteur, c'est la définition de la nasalisation de Fant (1970) qui est illustrée ; l'air passe par le nez. La cavité nasale et le conduit vocal forment un seul résonateur lorsque le dos de la langue est en contact avec le palais dur. Ces

résultats concordent avec ceux de Abe (1987). Le troisième locuteur est donc sujet à des « erreurs » articulatoires nasopharyngales.

Trois facteurs sont considérés comme étant responsables de la position anormalement rétractée de la langue durant la production des sons dentaux ou alvéolaires : l'insuffisance vélopharyngale (Lawrence & Philips, 1975), l'existence d'une fistule oronasale ou d'une fente palatine (Morley, 1970), ou une déformation du palais dur (Edwards, 1980).

Bien qu'il soit totalement admis que les patients ayant une insuffisance vélaire tendent à porter leur langue vers l'arrière de la cavité buccale pour améliorer la pression intra-orale, ce fait est ici étonnant dans la mesure où tous les locuteurs avaient déjà une fonction vélopharyngale satisfaisante. Il s'agirait alors d'une habitude articulatoire, qui justement leur permet d'atteindre cette fonction. De nombreuses recherches (Trost, 1981, Gibbon & Hardcastle, 1989, Hardcastle *et al.*, 1989, Suzuki, 1989, Peterson-Falzone & Graham, 1990, Yamashita *et al.*, 1981, Michi, 1986, Michi *et al.*, 1986) décrivent que les patients ayant une fente labiale, palatale ou alvéolaire uni- ou bilatérale montrent davantage de déplacements postérieurs de la langue que les patients ayant une fente palatine isolée.

Le velum étant un articulateur qui a une grande responsabilité dans la production de la parole, les locuteurs touchés par des défauts d'insuffisance vélaire se voient contraints de compenser les perturbations induites par ce manque. Ainsi, nous avons pu remarquer que ces locuteurs, pour pallier ce problème, vont avoir tendance à mettre leur souffle à disposition de la parole, au détriment de la respiration. Aussi, au niveau articulatoire, ils placeront la langue vers l'arrière, afin d'améliorer encore la pression intra-orale.

II.3. Le flux nasal en production de la parole sans pathologie

Le mécanisme vélopharyngal est une valve mécanique située entre la cavité nasale et la cavité orale. Thompson et Hixon (1979) ont tenté d'apporter des informations quant à la fonction vélopharyngale durant la production de la parole. Premièrement, ils se sont demandé dans quelle mesure l'étendue de la fermeture vélopharyngale, étanche à l'air, est caractéristique de ce que l'on appelle phonétiquement un élément oral. En effet, une fermeture complète du port vélopharyngal n'est pas forcément attendue chez un locuteur dit « standard » (Nusbaum, Foley & Wells, 1935 ; Moll, 1962 ; Van den Berg, 1962). Leur deuxième question porte sur la façon dont le programme développemental peut contrôler le mécanisme de fermeture vélopharyngale. Cette question se pose dans la mesure où de nombreux comportements moteurs de la parole continuent à s'affiner vers les normes adultes bien après l'acquisition de la parole normale, vers l'âge de 11-12 ans (Kent, 1976). La troisième question porte sur l'existence possible d'une différence entre les sexes, et sur le contrôle même du mécanisme de fermeture vélopharyngale.

Le flux d'air nasal a été mesuré par Thompson et Hixon (1979) sur la parole de 112 sujets âgés de 3 à 37 ans. Les chercheurs ont constaté que ce flux d'air était inexistant à l'approche de

toutes les consonnes orales et des voyelles, suggérant que la fermeture vélopharyngale est étanche à l'air. En revanche, et tel qu'il était attendu, le flux d'air nasal est apparu pour toutes les consonnes nasales, et durant la production des voyelles adjacentes à ces consonnes. Les différences d'âge et de sexe ont toutes deux montré des effets sur le flux d'air durant la production des voyelles précédant les consonnes nasales. En effet, Thompson et Hixon (1979) ont remarqué que les locuteurs plus âgés, ainsi que les femmes, nous le verrons plus bas, présentent une coarticulation anticipatoire des consonnes nasales plus précoce que les autres locuteurs.

La voyelle haute [i] a été sélectionnée pour l'étude de Thompson et Hixon (1979), parmi les voyelles antérieures, car elle est considérée comme nécessitant une fermeture vélopharyngale rigoureuse (Moll, 1962). Les résultats alors trouvés indiquent que les sons de la parole sont totalement oralisés par les deux sexes, dès l'âge de 3 ans, et la fermeture vélopharyngale étanche à l'air est maintenue à l'âge adulte. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés précédemment par d'autres chercheurs dans des études faites à l'aide de pneumotachomètres* (Warren & Dubois, 1964 ; Lubker & Moll, 1965 ; Machida, 1967 ; Lubker, Schweiger & Morris, 1970 ; Lubker, 1973). D'après ces auteurs, les voyelles et consonnes orales sont produites sans flux nasal, ou alors avec un flux très faible. Quiqley *et al.*, (1963) et Quiqley, (1967), qui ont mené une étude à l'aide d'un débitmètre*, ne trouvent généralement pas non plus de flux nasal dans les productions de voyelles et de consonnes orales. A l'inverse, Van Hattum & Worth (1967) et Emanuel & Counihan (1970) rapportent des flux d'air nasal lors de la production de certains éléments oraux. Moll, en 1962, présente des résultats relatifs à la fermeture vélopharyngale lors de la production des voyelles, qui ont révélé que, même si le vélopharynx est généralement fermé pour la production des voyelles, il est ouvert pour un petit pourcentage d'énoncés (normalement pour 15% en contexte de la voyelle [i]). Bzoch (1968), en revanche, ne trouve pas, ou très rarement, d'ouvertures vélopharyngales, dans une étude fluoroscopique de la fonction du conduit aérien supérieur. Il attribue ces rares occurrences d'ouvertures à la vitesse d'élocution lente des énoncés. Il fait par ailleurs une remarque importante, lorsqu'il dit qu'une vitesse d'élocution lente, pour l'énoncé d'une syllabe, est un facteur relatif à l'ouverture occasionnelle du port vélopharyngal lors de la production d'éléments non nasal : « *a slow rate of utterance of syllable is a factor related to the occasional occurrence of velopharyngeal opening on non-nasal speech elements* ». Le facteur de vitesse d'élocution sera étudié ultérieurement.

Ainsi, les résultats de Thompson et Hixon (1979), qui trouvent des énoncés complètement nasalisés, sont en accord avec certains autres résultats (Warren & Dubois, 1964, Subtenly *et al.*, 1966) et contraires à d'autres, (Lubker & Moll, 1965, Lubker *et al.*, 1970). En moyenne, dans cette étude, le pic de flux nasal a une magnitude approchant les 100 cm³ par seconde pour [m], [n] et [ng]. Chez Lubker & Moll, (1965) et Lubker *et al.*, (1970), cette moyenne est égale au double, c'est-à-dire proche de 200 cm³ par seconde.

Lorsque le [i] précède le [n], un phénomène de coarticulation anticipatoire émerge ; le locuteur commence à ouvrir le port vélopharyngal pendant la voyelle initiale [i] dans [ini], afin d'anticiper la production du [n]. Davantage de locuteurs ont recours à cette anticipation avec l'augmentation de l'âge. Kent (1976) a montré que tous les aspects du contrôle moteur ne sont

pas complètement acquis à l'âge de 12 ans ; ce n'est que plus tard, avec l'expérience, que le locuteur aura recours au phénomène d'économie biomécanique, ou d'anticipation, qui sera, plus tard, illustré par Lindblom (*Adaptive Variability*, 1987, cf. Chapitre I., section 2.1).

Thompson et Hixon (1976) notent une plus grande tolérance à la propagation de nasalisation sans perception d'hypernasalité chez les femmes. De plus, les différences biomécaniques entre les sexes révèlent une plus grande coarticulation anticipatoire, chez les femmes également. McKerns et Bzoch (1970) ont montré que les fonctions vélopharyngales diffèrent considérablement entre les sexes sur de multiples dimensions. En effet, les différences incluent l'orientation du vélum sur le pharynx durant la fermeture vélopharyngale, le point de contact inférieur du vélum sur le plan palatal, le degré d'élévation du vélum, l'étendue de contact entre le vélum et la paroi vélopharyngale, et la longueur du vélum en fonction dans la parole. Ainsi, certains avantages mécaniques permettraient aux femmes, par rapport aux hommes, d'anticiper de façon plus précoce l'ouverture du port vélopharyngal lors de la réalisation de la voyelle pour préparer la production de la consonne nasale suivante.

Fonction vélo-pharyngale : distinction homme-femme sans pathologie

Il nous a paru intéressant, pour notre étude, d'aborder la notion temporelle des mouvements vélares. Une étude de Kuehn (1976) appuie le fait que le critère de l'âge doit être pris en compte pour ce paramètre.

Kuehn (1976) rapporte des résultats cinéradiographiques de durée des mouvements vélares qui approchent les 109 ms chez un adulte sans trouble de la parole, et 124 ms chez une femme adulte sans trouble de la parole. Dalston et Keefe (1988) déterminent les temps de réaction vélopharyngale durant la production de la parole à un stimulus auditif utilisant un système photodecteur* (environ 206 ms pour 10 locuteurs normaux sans différencier les sexes).

Les résultats de Kuehn (1976) indiquent également des différences relatives à l'âge des locuteurs dans la durée des segments associés à la séquence occlusive nasale dans le mot « hamper ». Cela suggère que le critère spécifique de l'âge doit être utilisé pour l'interprétation des modèles de timing vélopharyngal dans les populations cliniques. Ces résultats suggèrent également que la rigueur perceptive des caractéristiques de la parole chez certains jeunes enfants ayant un dysfonctionnement de la fonction vélopharyngale peut diminuer en fonction des changements développementaux dans la durée des sons des segments.

Retenons que le flux d'air nasal varie selon le locuteur ; il reste en effet plus important chez les hommes et les enfants. Ainsi, nous soulevons l'importance du phénomène d'anticipation et de la théorie Adaptative (Lindblom, 1987) dans les mouvements vélares, qui sont soumis aux variations de l'âge et du sexe du locuteur.

II.4. Phénomènes compensatoires face à la perturbation : Revue critique de la parole pathologique et de la production compensatoire

Tel que nous l'avons énoncé plus tôt, les enfants porteurs de fente palatine se trouvent face à l'impossibilité de produire certains sons. Pour remédier à cela, ils vont le plus souvent avoir recours à des productions compensatoires ; nous allons détailler celles-ci dans cette section.

II.4.1. Articulations compensatoires chez le sujet pathologique

Une articulation compensatoire est une production réalisée par le locuteur en compensation d'une consonne ou d'une voyelle qu'il ne parvient pas à produire. Il tentera alors de prononcer le son qui sera le plus proche possible de la cible recherchée, sur le plan phonétique.

Hutters & Brondsted (1991 ; 1993) ont constaté que les mères tendent à jouer un rôle de professeur lors de leurs interactions avec leur enfant, surtout lorsque celui-ci est atteint de fente palatine. Il semblerait que ce soient les mères qui amènent les enfants à préférer les productions compensatoires.

Selon la littérature, les caractéristiques associées à la parole des enfants atteints de fente palatine incluent quatre stigmates principaux : 1) l'hypernasalité ; 2) les émissions d'air nasal ; 3) la faible pression intra-orale des consonnes occlusives et 4) les articulations compensatoires. L'hypernasalité est la perturbation par la résonance nasale qui accompagne les voyelles et les consonnes orales, les glides et les liquides, et augmente la déviance de la qualité de la voix dans la production de la parole.

Les émissions d'air nasal qui accompagnent la production des consonnes (les occlusives, les affriquées et les phonèmes fricatifs) sont le plus souvent caractérisées, dans la littérature, comme une déformation audible des sons de la parole. De nombreux auteurs ont commenté les qualités auditives perceptives variables associées aux émissions d'air nasal, avec pour résultats de nombreuses étiquettes appliquées à ce phénomène. Celles-ci incluent le « *nasal snort* » (grognement nasal) (Backus *et al.*, 1943), le « *bissing noise* » (le bruit de sifflement) (Van Riper & Irwin, 1961), la « distorsion-nasale » et la « substitution-nasale » (déformation et substitution nasales) (Van Demark, 1964), ainsi que les émissions nasales comme variantes des « *nasal turbulences* » (turbulences nasales) (McWilliams & Philips, 1979). McWilliams (1958) avait commenté la déformation postérieure apparaissant lorsque le son est produit à travers un chenal, crée par la lame de la langue qui s'articule avec le palais dur, largement derrière l'arcade maxillaire, ou avec le palais mou.

La faible pression intra-orale des consonnes, ainsi que les émissions nasales, apparaissent de façon secondaire à l'ouverture du port vélopharyngal. Cette ouverture a des conséquences directes sur la dimension des traits des valves articulatoires des occlusives continues. Ces deux

aspects de détérioration de la parole dérivent de la même insuffisance structurelle ou « *valving* », mais ont des impacts différents sur la parole.

De nombreuses études ont démontré que le mode articuloire approprié est conservé, mais que le lieu d'articulation correct est sacrifié (Counihan, 1956, 1960 ; Spriesterbach *et al.*, 1961). Les substitutions des occlusives par l'occlusive glottale, et des fricatives sibilantes par les fricatives pharyngales sont compatibles avec les résultats de Trost (1981) au niveau articuloire. Les résultats provenant d'études cinéradiographiques et vidéofluoroscopiques ont révélé une tendance pour des locuteurs porteurs de fente palatine à déplacer la cible articuloire de la langue vers l'arrière de la cavité buccale (Powers, 1962 ; Brooks *et al.*, 1965, 1966 ; Lawrence & Philips, 1975). Une tendance des contacts linguaux à être réalisés davantage vers l'arrière, en général, est cliniquement évidente, comme l'ont démontrée les enregistrements acoustiques de McWilliams et Philips (1979) et comme l'ont identifiée Dalston et Trost (1979) à travers des analyses de transcription phonétique de jeunes locuteurs ayant une fente palatine.

Beaucoup de chercheurs se sont interrogés sur le fait que les locuteurs ayant une insuffisance vélopharyngale utilisent souvent l'arrière de la langue pour aider à la fermeture vélopharyngale, de façon à ce que le mouvement de la langue vers l'arrière devienne systématique. De tels ajustements compensatoires peuvent sous-tendre les substitutions fricatives vélares pour les fricatives sifflantes et les affriquées. D'autres articulations compensatoires ont été cliniquement observées ; les occlusives pharyngales, les occlusives middorso-palatales et les fricatives postérieures nasales. Trost (1981) a tenté de donner une description de ces trois articulations compensatoires. Nous reviendrons *infra* (*cf.* section II.4.3) sur la description articuloire de ces articulations compensatoires relativement complexes.

Witzel (1995) a cherché à voir la différence de fréquence des consonnes compensatoires chez des enfants ayant une fente palatine, entre deux groupes distincts ; le premier rassemble les enfants présentant un retard de langage, le second les enfants avec un développement normal du langage. Pour ce faire, il a noté chaque occurrence des douze articulations de consonnes compensatoires anormales qu'il a identifiées. Ces articulations compensatoires comprennent les occlusives glottales, laryngales, les fricatives ou les affriquées, les occlusives pharyngales, fricatives ou affriquées, les fricatives et les affriquées post-nasales et les occlusives middorsales. Pour toutes les consonnes observées, l'auteur constate un meilleur résultat chez les enfants avec une fente palatine qui présentent un développement normal du langage, comme nous pouvions nous y attendre. En effet, ce groupe d'enfant montre un pourcentage de consonnes correctes (validant tous les critères attendus) de 67%, avec une meilleure production des glides (98%), des nasales (95%). La production des affriquées (40%), des groupes consonantiques (32%) et des semi-consonnes (38%) est cependant moins bonne. Ces résultats reflètent les tendances attendues par rapport à l'acquisition plus tardive des phonèmes et des groupes consonantiques (Grunwell 1982). Le groupe ayant un retard de langage présente une moyenne de 41% de consonnes correctes, avec une meilleure production des glides (84%), des nasales (86%). En revanche, la production des groupes consonantiques, des affriquées et des liquides est plus mauvaise, avec moins de 10% de réussite.

Le tableau ci-dessus (Tableau 11) traduit clairement la différence existante entre les productions des deux groupes de locuteurs. Les difficultés apparaissent surtout pour la production des affriquées, des semi-consonnes et des groupes consonantique.

Tableau 11 : Récapitulatif du pourcentage de sons produit par chaque groupe de locuteur, avec et sans retard de langage, selon Witzel (1995).

	Retard de langage	Développement <i>normal</i>
Consonnes correctes	41 %	67 %
Glides	84 %	98 %
Nasales	86 %	95 %
Affriquées	< 10 %	40 %
Groupes consonantiques	< 10 %	32 %
Semi consonnes	< 10 %	38 %

Witzel (1995) constate une plus grande différence entre les deux groupes (avec et sans retard de langage) au niveau de la taille du répertoire phonétique. En effet, 15% des enfants sans retard de langage produisent en moyenne 15 consonnes. Tous les enfants de ce groupe produisent la majorité des occlusives [p b d t k] (seul un enfant ne produit pas le [g]) et les nasales [m n] (seul un enfant ne produit pas le [ŋ]), la majorité des enfants produisent [g s z ŋ w h], et plus de la moitié produisent [f l j], mais aucun ne produit les sons [ʒ et ʒ̥]. Tous les enfants du groupe présentant un retard de langage produisent en moyenne 12 consonnes ; les occlusives [p b d], les nasales [m n] et la majorité des enfants produisent [g ŋ w h], et plus de la moitié produisent [t k j ʔ]. Aucun ne produit [v θ ð ʒ dʒ r], mais deux tiers d'entre eux utilisent la consonne glottale compensatoire ([ʔ]). Celle-ci est surtout employée en position finale de mot, ou, occasionnellement, en milieu de mot. Cela est illustré dans le tableau ci-dessous (Tableau 12).

Tableau 12 Tableau récapitulatif des sons produits par chaque groupe de locuteurs, avec et sans retard de langage, selon Witzel (1995).

Retard de langage	Développement <i>normal</i>
[p b d]	[p b d t k]
[m n]	[m n]
[g ŋ w h]	[g s z ŋ w h]
[t k j ʔ] (produit par la moitié des enfants)	[f l j]

Les enfants ayant un retard de langage sont plus nombreux à utiliser, comme processus de développement, des assimilations nasales, des suppressions de consonnes finales et des réductions de groupes consonantiques. Ils sont également plus nombreux à user des processus de compensation, des suppressions des consonnes médianes, des insertions glottales, et montrent des préférences pour les sons nasalisés. Les enfants sans retard de langage utilisent des processus

de développement primaire ; ils ont recours à la réduction consonantique, à la simplification des liquides, à la vocalisation et à la suppression de consonnes finales.

Le déploiement de stratégies différentes de la part des enfants dans les deux groupes est donc visible. Ils ont des capacités de compréhension différentes et présentent également des différences au niveau syntaxique (différences de longueur des énoncés). Des études ont montré, comme l'on pouvait s'y attendre, que les enfants ayant un retard de langage ont un rendement verbal significativement réduit, par rapport aux enfants sans retard (Spriesterbach *et al.* 1958, Morris, 1962). En revanche, aucune différence n'est notée au niveau lexical et sémantique.

Articulations compensatoires et étiologie

Morris et Ozanne (2003) tentent d'éclaircir l'étiologie des troubles du langage comme étant une contrainte structurelle articulatoire, un trouble phonologique organisationnel sous-jacent, ou encore une immaturité linguistique persistante. L'étude propose une comparaison du développement phonétique et phonologique entre des enfants de trois ans ayant une fente palatine et des retards de langage et des enfants ayant une fente palatine mais manifestant un développement normal. Les retards de langage expressif primaire observés peuvent déterminer le développement phonologique futur. L'expérience a été faite sur des enfants opérés, à l'âge de un an, d'une fente postérieure (du vélum), totale (du vélum et du palais dur), ou d'une fente labio-palatine simple ou bilatérale. Ont été analysées les productions de parole spontanée, ainsi que les réponses données au *Goldman-Fristoe Test of Articulation*⁸. Les résultats de cette étude de Morris et Ozanne (2003) révèlent des différences significatives entre les deux groupes, avec une production plus pauvre de la part des enfants avec une fente palatine et des retards de productions des occlusives et fricatives à haute pression. Cela rejoint les résultats de Witzel (1995). Un répertoire phonétique réduit était toutefois attendu chez les enfants avec une étiologie structurelle significative, c'est-à-dire chez lesquels les causes des problèmes seraient directement liées aux structures anatomiques. Cette réduction du répertoire était prévisible pour les voyelles, qui demandent une pression intra-orale plus importante (Grunwell, 1993 ; Grunwell *et al.* 1993 a et b). Cependant, ils ont également relevé une plus faible production des nasales et des liquides qui ne nécessitent pas d'augmentation de la pression intra-orale. Par conséquent, l'explication purement structurelle-anatomique ne suffirait pas.

Harding et Grunwell (1995) suggèrent que les enfants avec une étiologie structurelle significative développent des articulations compensatoires comme moyen de développement de contrastes significatifs à l'intérieur de leur système phonologique. Si un grand nombre d'enfants du groupe avec un retard de langage a des déficits structurels, les auteurs s'attendaient donc à une

⁸ Le test articulatoire de Goldman Fistoos se focalise sur l'articulation des sons individuels en ciblant chaque consonne en anglais dans des positions différentes à l'intérieur du mot (au début, au milieu et à la fin). Il cible également quelques ensembles de mots en position initiale. Le test se fait en trois parties : 1) le test des sons dans des mots, qui extrait des mots de présentation d'image ; 2) le test de sons dans des phrases, qui extrait des mots d'une tâche de contage d'une histoire et 3) le "*Stimulability Test*", qui extrait les imitations de sons spécifiques et problématiques.

apparition importante d'articulations compensatoires. Cela n'a pas été le cas dans leur étude, puisque seule une articulation compensatoire a été trouvée (Dyson, 1988).

Une étiologie structurelle prédirait ainsi une augmentation de processus liés aux perturbations, telles que les assimilations nasales, les insertions glottales et les préférences nasales, dans lesquelles les sons à haute pression sont substitués par des sons à basse pression ou des articulations compensatoires (McWilliams *et al.*, 1990 ; Chapman, 1993). Une augmentation de l'utilisation de « *backing* », ou du déplacement de la langue vers l'arrière, et d'assimilations vélares serait également attendue, puisque les enfants avec une étiologie structurelle tentent de créer une pression intra-orale par une élévation de l'arrière de la langue (Chapman, 1993 ; Russell & Grunwell, 1993). Certaines augmentations de l'utilisation du processus de suppression (des consonnes finales, des réductions de groupe) sont aussi attendues, car les enfants suppriment les consonnes requérant une pression intra-orale importante (Powers *et al.*, 1990).

Cela n'explique cependant pas la différence trouvée entre les deux groupes d'enfants (avec et sans retard de langage), en particulier les différences de production de langage à deux et trois ans. La production la plus pauvre des groupes consonantiques laisse supposer une simplification plus générale des énoncés de la part des enfants ayant un retard de langage. Ce groupe montre donc une capacité réduite, par rapport aux autres enfants, de développement des éléments du langage tels que les groupes consonantiques et les liquides. Le processus phonologique du groupe d'enfants ayant un retard de langage se caractérise par une plus grande utilisation de processus non développementaux, c'est-à-dire de processus compensatoires.

En résumé, certains éléments révélant un retard de langage ont été notés ; ce sont davantage d'utilisations des processus développementaux d'assimilations nasales, de suppressions de consonnes et de réduction de groupes consonantiques. Les résultats de l'étude de Morris et Ozanne (2003) ne corroborent pas l'hypothèse d'une immaturité cognitive et linguistique, mais quelques traits de retard sont à retenir.

L'occlusive glottale est une articulation compensatoire, mais on sait, grâce à Hodson et Paden (1981) et Combes et Martin (1987), que celle-ci est également utilisée par des enfants sans fentes palatines mais qui présentent un retard au niveau phonologique. Cette occlusive apparaît également lors du développement normal de jeunes enfants (Dyson, 1988), suggérant ainsi que l'usage de cette articulation n'est pas spécifique aux enfants atteints de fente palatine.

De nombreux auteurs postulent l'existence d'une relation entre l'ouverture du port vélo-pharyngal durant le stade du babillage et ses conséquences sur le système phonologique de l'enfant (Harding & Grunwell, 1995). Mais cette relation n'aurait pas le même impact sur tous les enfants, étant donné que chacun a des capacités de langage et de parole différentes. Une évaluation objective de la fonction du port vélo-pharyngal à travers des mesures du flux de pression ou de nasomètre pourrait éclaircir l'étendue de l'étiologie structurelle opérant entre le groupe de enfants pathologiques et celui sans trouble du langage.

Quelle que soit l'étiologie exacte de la détérioration de la communication, les résultats de l'étude de Morris et Ozanne (2003) ont déterminé qu'à deux ans, il est possible d'identifier cliniquement

un sous-groupe d'enfants avec fente palatine qui présente des risques de troubles du langage et de la parole.

Il est possible de déterminer des groupes, différents au niveau de l'expression langagière, du pourcentage de consonnes réalisées correctement, du répertoire phonétique et de l'usage des processus phonologiques (*cf.* tableau 6, Chapman, 1993). Le groupe qui présentait un retard des capacités d'expression du langage à deux ans le présente encore à trois ans, et il a un trouble plus important du développement de la parole.

Dans cette première section, nous avons présenté des articulations compensatoires de différentes natures, ainsi que leur exploitation chez les locuteurs porteurs de fente palatine. Nous avons vu que tous n'ont pas forcément recours à ces articulations, et que les locuteurs ont des degrés de compensation différents.

Une des articulations compensatoires les plus courantes est la double articulation, pour laquelle le locuteur réalisera deux contacts simultanés dans le conduit vocal pour une même consonne. Celle-ci peut être de nature différente, selon les articulateurs mis en mouvement pour sa réalisation. Ce phénomène est examiné dans ce qui suit.

II.4.2. La « double articulation » ou faire deux choses à la fois chez le sujet pathologique

La double articulation a été identifiée dans de nombreuses études portant sur le langage de porteurs de fente palatine (Morley 1970, Edwards 1980, Trost 1981, Dorf & Curtin 1982, Stengelhofen 1989, McWilliams *et al.* 1990, Trost-Cardamone 1990, Grunwell 1993, Sell *et al.* 1994 ; 1999). Le type de double articulation le plus fréquemment rencontré est la constriction glottale ou pharyngale, produite simultanément avec des fermetures à des points d'articulation, dans les régions supérieures du conduit vocal. Cependant, de nombreuses études rapportent des doubles articulations incluant d'autres articulateurs, tel que le pharynx ou la glotte, dans le cas de certaines fentes palatines.

Nous allons, dans cette section, détailler les deux grands types de doubles articulations employées par les locuteurs atteints de fente palatine : la double articulation alvéo-vélaire et la double articulation labio-linguale.

II.4.2.1. La double articulation alvéo-vélaire chez le sujet pathologique

Hardcastle *et al.* (1989), Dent *et al.* (1992), et Whitehill *et al.* (1995) ont décrit les doubles articulations [tk] et [dg] alvéo-vélaire en tant que réalisations possibles des alvéolaires [t] et [d] et des vélaire [k] et [g]. La trace électropalatographique révèle dans ce cas un contact simultané dans les régions postérieure et antérieure du palais. La double articulation chez les porteurs de fente palatine ressemble aux chevauchements de gestes alvéolaires et vélaire chez les locuteurs sains. Elle reste toutefois différente ; chez les porteurs de fente, le double contact a lieu durant toute la fermeture, tandis qu'il n'a lieu que sur une brève période lors du chevauchement de geste,

chez les locuteurs sains. De plus, ce phénomène ne touche que les séquences où deux consonnes se trouvent en contact chez les locuteurs sains, mais peut affecter une consonne seule chez les locuteurs ayant une fente palatine. Ces contacts peuvent être enregistrés grâce à la méthode de palatographie* (Gibbon *et al.*, 1993 ; Gibbon, 1999).

Une étude menée par Hardcastle *et al.* (1989) démontre la variabilité de l'effet perceptif ; souvent, la double articulation est perçue comme correcte par les auditeurs dans certains mots. Harding et Grunwell (1996) ont également identifié cette double articulation comme réalisation possible des consonnes simples [t] et [d]. Ils confirment en plus les résultats trouvés par Hardcastle *et al.* (1989) au niveau perceptif, puisque les auditeurs peuvent détecter aussi bien les erreurs relatives à la production de [k] et de [g], qu'ils peuvent entendre une prononciation correcte, correspondant à ces deux dernières occlusives.

II.4.2.2. La double articulation labio-linguale chez le sujet pathologique

La double articulation labio-linguale est une déviation de langage impliquant une fermeture simultanée au niveau des lèvres et de la zone linguo-palatale. Celle-ci a lieu, chez les locuteurs ayant une fente palatine, lors de la production des bilabiales [b p m]. Chez les locuteurs sains, ce contact lingua-palatal peut avoir lieu également lors de la production d'une bilabiale, dans le cas où celle-ci est suivie d'une voyelle de petite ouverture, même si l'organe principal reste les lèvres (Hardcastle *et al.*, 1991 ; Hardcastle & Gibbon, 1997).

Un exemple de cette double articulation est la double articulation labio-vélaire [pk] et [bg]. De nombreux cas ont pu être étudiés grâce à l'électropalatographie* (Dent *et al.*, 1992 ; Gibbon & Hardcastle, 1989).

Comme pour la double articulation alvéo-vélaire, la double articulation labio-linguale n'est pas toujours perçue par les auditeurs comme une production déviante.

Il a été constaté, grâce à ces diverses études, qu'il existe différents types de doubles articulations labio-linguales, même si la double articulation la plus fréquemment rencontrée, dans la production de la parole de sujets atteints de fente palatine, concerne les articulations glottales et pharyngales. Les doubles articulations labio-linguales peuvent être considérées comme des stratégies articulatoires actives, permettant au sujet de produire au mieux le son voulu, ou comme une « erreur » obligatoire, c'est-à-dire en tant que résultat direct de l'anormalité structurelle (Golding-Kushner, 1995 ; 2001). Aussi, l'étude de Gibbon & Crampin (2001 b) montre que chaque locuteur effectue sa propre version de cette double articulation.

Même si cette double articulation est à prendre en compte dans les thérapies de rééducation des enfants porteurs de fente palatine, celle-ci reste une « erreur » articulatoire mineure, dans le sens où l'intelligibilité n'est pas, ou rarement, remise en cause. Gibbon & Crampin (2001 b) concluent sur le fait qu'il serait important d'avoir davantage d'informations sur le timing précis de la fermeture des lèvres et du contact linguo-palatal, ainsi que sur les caractéristiques acoustiques et aérodynamiques de ces doubles articulations.

II.4.3. Pathologie et articulations compensatoires complexes

Nous disions *supra* (cf. Chapitre II., section 4.1.) que Trost (1981) avait décrit trois types d'articulations compensatoires utilisées par les locuteurs ayant une fente palatine et une insuffisance vélopharyngale : 1) l'occlusive middorso palatale ; 2) l'occlusive pharyngale et 3) la fricative postérieure nasale. Chacune est définie radiographiquement pour représenter la déviance du lieu d'articulation. Chacune est également décrite en termes de caractéristiques perceptivement distinctes.

Les traits de production de ces compensations articulatoires sont opposés et comparés à ceux des occlusives glottales, et aussi à ceux des fricatives pharyngales. L'usage de ces articulations compensatoires, comme remplaçants des phonèmes cibles, est différent de leur occurrence comme coarticulations aberrantes par rapport aux phonèmes cibles. C'est pour cette raison que nous avons voulu les traiter séparément ici.

Enfin, les symboles phonétiques utilisés pour la transcription phonétique étroite sont présentés, et les implications pour la rééducation de la parole sont discutées dans ce qui suit.

II.4.3.1. L'occlusive middorso-palatale chez le sujet pathologique

L'*occlusive middorso-palatale* (cf. Figure 7) est produite au niveau du lieu d'articulation de la semi-consonne [j].

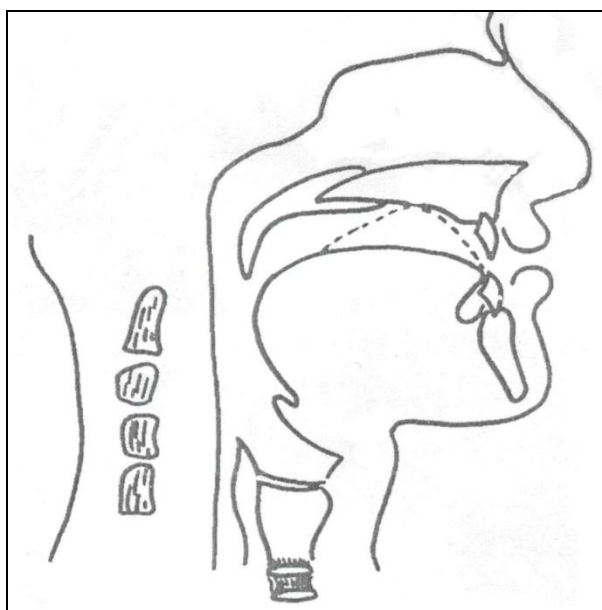


Figure 7 : Croquis illustrant l'articulation d'une occlusive midorsopalatale (Trost, 1981).

Cette articulation remplace les productions de [t], [d], [k] et [g]. Perceptivement, les limites entre les phonèmes [t] et [k], et [d] et [g] sont perdues. Les valeurs phonétiques sont alors déterminées par le contexte grammatical et/ou sémantique.

Les gestes articulatoires sous-jacents à cette articulation sont variables, selon des données radiographiques de Trost (1981).

Dans certains cas, une friction apparaît comme étant générée par le port vélopharyngal. Il s'agit d'une constriction qui a lieu dans le couloir aérien, lorsque le vélum s'approche de la paroi pharyngale, mais il n'y a pas de véritable « joint » vélopharyngal, et l'air est relâché par le nez. Un bruit de friction audible apparaît alors, accompagné d'émissions d'air nasal. Cette articulation vélaire peut être observée radiographiquement comme un mouvement flou ou un battement (une palpitation) vélaire. Ces gestes peuvent être qualifiés de « fricatives vélopharyngales ». Chez certains patients, une *articulation linguo-vélaire* simultanée est observée, lorsque la langue est utilisée comme assistance linguale pour compenser les mouvements vélaire détériorés.

Dans un article de 2001(a), Gibbon et Crampin relatent les résultats d'une étude faite sur un adulte ayant été opéré d'un palais fendu, grâce à la méthode électropalatographique. En comparant les points de contact de ce locuteur avec deux locuteurs de contrôle, elles ont remarqué l'apparition d'une occlusive dorso-palatale. En effet, le [t] est réalisé plus postérieur, passant d'un lieu d'articulation post-alvéolaire à palatal, tandis que le [k] passe d'un lieu articulo-vélaire à palatale. Cela rejoint le constat fait par Trost (1981) pour les occlusives [t] et [d], [k] et [g], chez des locuteurs atteints de fentes palatines. Ce phénomène articulo-vélaire est également attesté dans d'autres études (*cf.*, par ex., Mc Williams *et al.*, 1990 ; Albery, 1991 ; Chapman & Harding, 1992).

Santelmann *et al.* (1999) ont revu les transcriptions de la parole avec des fentes palatines, et concluent à des difficultés inhérentes amenant à des stratégies compensatoires, telles que les occlusives middorso-palatales. Celles-ci sont réalisées par le contact du dos de la langue avec le palais, qui diffère des autres compensations articulo-vélaire, dans la mesure où elles conservent une articulation orale. L'occlusive middorso-palatale serait une des articulations compensatoires les plus employées par les locuteurs ayant une fente palatine, avec l'occlusive glottale (Peterson-Falzone, 1990 ; Chapman & Hardin, 1992).

Pour ce qui concerne les caractéristiques acoustiques de ces occlusives, Sussman et Chapman (1995) constatent qu'elles ont un VOT plus long, une amplitude plus forte de l'explosion et de l'aspiration. En outre, la transition de leur F2 se situe à mi-chemin entre celle attendue pour le [t] et le [k].

II.4.3.2. L'occlusive pharyngale chez le sujet pathologique

Les *occlusives pharyngales* sont produites par contact vélopharyngal (cf. Figure 8)

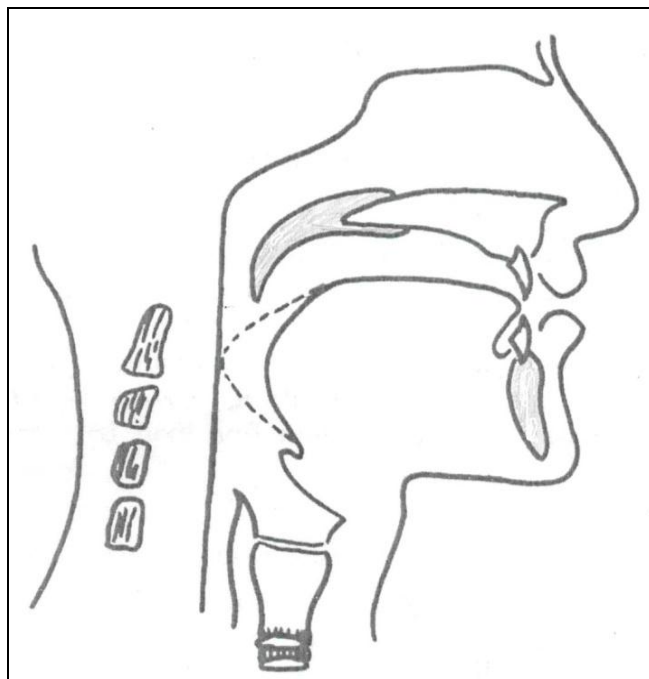


Figure 8 : Croquis illustrant l'articulation d'une occlusive pharyngale (Trost, 1981) (vue latérale, avec ligne en pointillée montrant la configuration et placement lingual).

Souvent utilisées comme substitution pour les sons [g] et [k], elles sont réalisées avec un contact (radico-pharyngal) situé ainsi plus bas et plus postérieur dans le conduit vocal, en comparaison avec l'articulation « normale ». Cependant, sur le plan perceptif, les sons produits sont reconnus, surtout lorsqu'il n'y a pas d'oppositions phonologiques dans la langue. L'auditeur semble rapprocher le son perçu à son correspondant le plus proche dans une gamme de réalisations connues dans le système phonologique, le contexte d'apparition aidant aussi à la reconnaissance du son. Les données radiographiques montrent que cette articulation peut être produite à différents niveaux de la cavité pharyngale, à un endroit plus ou moins près de la glotte. Le plus souvent, la configuration de la base de la langue est convexe, la pointe de la langue se dirigeant vers le bas. Une rétractation de la masse linguale est également observée. Cette posture est caractéristique de l'occlusive pharyngale « canonique ».

Les productions pharyngales réalisées plus proche du haut-pharynx ou plus près du bas-pharynx se distinguent perceptivement. Globalement, les occlusives pharyngales diffèrent perceptivement et clairement des occlusives glottales. Les locuteurs sans trouble de la parole peuvent simuler une occlusive pharyngale en produisant un [k], puis en abaissant et en déplaçant le lieu d'articulation vers l'arrière, pour assumer successivement des points de fermeture basse à l'intérieur de la cavité pharyngale.

Au moyen de la cinéradiographie et de la spectrographie, Honjow et Isshiki (1971) ont remarqué ce type d'articulation chez un patient adulte ayant une insuffisance vélaire. Leur

description radiographique du contexte vélopharyngal est compatible avec celle décrite précédemment par Trost (1981). En revanche, Honjow et Isshiki (1971) considèrent cette articulation comme une forme d'occlusive vélaire [k] acceptable, sans besoin de rééducation.

II.4.3.3. La fricative postérieure nasale chez le sujet pathologique

Une « assistance linguale », produite de façon simultanée, est observée lors de la réalisation de la *fricative postérieure nasale* chez certaines personnes ayant des fentes sous-muqueuses. Il s'agit d'une position de réajustement que prend la langue afin de contribuer à la production de la fricative qui serait, sans cette aide, sévèrement déformée (*cf.* Figure 9).

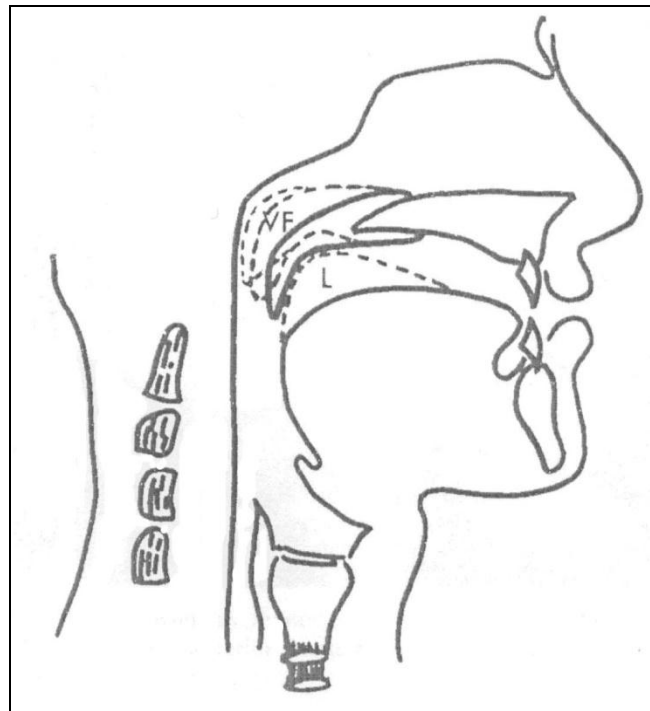


Figure 9 : Croquis illustrant l'articulation d'une fricative postérieure nasale (Trost, 1981).

Cette production apparaît souvent chez les patients ayant une insuffisance vélopharyngale, associée ou non à une fente. Une position postérieure de la langue, une « assistance linguale », ou les deux phénomènes apparaissent souvent en remplacement du [s], [z], [ʃ] et [ʒ], lors d'insuffisances vélo-pharyngales. En outre, des affriquées ou des occlusives peuvent être coproduites avec ces fricatives, comme articulations anormales. Ces productions sont également observées chez des patients ayant une fente palatine, suite à une opération de la valve pharyngale. Les locuteurs placent les articulateurs de façon à produire simultanément une consonne à pression orale, et une fricative postérieure nasale.

Un degré minimal d'émission nasale est obligatoire dans la production de fricatives nasales postérieures, mais, perceptivement, ces fricatives postérieures sont distinguables des émissions nasales seules ; les deux phénomènes ont des lieux de turbulence ou de résistance au flux d'air différents. En effet, l'émission nasale seule est la conséquence d'une résistance audible au flux d'air qui doit être intra-nasale, tandis que la fricative postérieure nasale dépend du locus du port

vélo-pharyngal. Lorsque le passage de l'air par les fosses nasales est totalement obstrué ou que le sujet a recours à des battements pharyngaux, l'émission nasale est minime, voire absente, et seule la fricative postérieure nasale reste audible.

Trost (1981) propose une nouvelle transcription phonétique pour les articulations compensatoires, ainsi qu'une nouvelle distribution des utilisations des symboles (cf. Tableau 13, ci-dessous). Notons que le symbole du son postérieur nasal a été proposé par Dalston en 1979, sous le terme de « *flap fricative* » ou une fricative à battements.

Ces articulations compensatoires, présentées dans le tableau de Trost (1981) (cf. Tableau 14, ci-dessous), peuvent apparaître en tant que substitutions ou comme des sons co-articulés. Ainsi, dans le cas de sons co-articulés, le locuteur déploiera des manœuvres articulatoires atypiques et simultanées ; un mode de production, comportant deux lieux d'articulations simultanés. Les observations de McWilliams et Philips (1979) confirment celles de multiples cliniciens, par rapport à l'apparition de ces types de sons co-articulés « anormales ».

Selon les observations rapportées ici, l'occlusive middorso-palatale, l'occlusive pharyngale, et la fricative vélaire apparaissent plus généralement comme remplacement de phonèmes, alors que l'occlusive glottale, la fricative pharyngale et la fricative nasale postérieure apparaissent autant comme remplacement de phonème que comme sons co-articulés.

Ces modes d'articulation observés mettent au jour simplement certains mécanismes moteurs de la parole dans lesquels la langue est « libre » de réaliser des contacts plus postérieurs, ou des approximations de contacts simultanées. Nous constatons ainsi les articulations suivantes : [ʔ] [Δ] et [ʕ] [ʕ̥]. Il est clair que des données provenant d'investigations systématiques sont nécessaires afin de dresser des conclusions plus fiables et plus valides, par rapport aux modes articulatoires compensatoires adoptés par les locuteurs qui ont des fentes palatines et des insuffisances vélopharyngales. Les « erreurs » dérivant des positions de fermetures linguales inattendues, ou de mauvaises positions sont probablement le type d'« erreur » le plus commun chez les locuteurs porteurs de fente palatine. Ainsi, à l'exception de la fricative vélaire pour substitution des occlusives vélares et de certaines occurrences de [Δ], la plupart des compensations articulatoires observées dans cette population impliquent des déviations du lieu d'articulation habituel.

Tableau 13 : Récapitulatif des phonèmes substitués ou co-articulés avec les articulations compensatoires, relevés par Trost, (1981), Adapté de Trost (1981).

Articulations compensatoires	Symboles phonétiques	
	Voisés	Non voisés
Occlusive glottale		/ʔ/
Fricative pharyngale	/ʕ̥/	/ʕ/
Fricative vélaire	/χ/	/ʁ/
Occlusive middorso-palatale	/ʕ̥/	/ʕ/
Fricative postérieure nasale	/Δ/	
Occlusive pharyngale	/ʕ̥/	/ʕ/

Tableau 14 : Récapitulatif des 6 types d'articulations compensatoires relevés par Trost, (1981), avec les symboles phonétiques correspondant pour les productions voisées et sourdes. Adapté de Trost (1981).

Articulations compensatoires	Classes des phonèmes cibles	
	Substitués/remplacés	Coarticulés
/ʔ/	Occlusives, occasionnellement affriquées	Occlusives, affriquées
/ʕ,ʕ̥/	Fricatives, sibilantes prédominantes	Fricatives (sibilantes)
/ʕ̥,ʕ̥̥/	Occlusives vélares postérieurs	
/Δ/	Fricatives sibilantes	Toutes consonnes à pression
/x,ʁ/	Occlusives vélares postérieurs	
ʕ,ʕ̥	Occlusives apico-alvéolaires	

Nous avons pu voir dans cette section que les consonnes compensatoires sont très utilisées par les locuteurs ayant des problèmes, ici plus particulièrement liés à la présence d'une fente palatine, au niveau de l'acquisition et de l'expression du langage. En effet, la possibilité d'avoir recours à de telles productions leur permet de réajuster leur parole de façon à être intelligible par leur interlocuteur, même si les sons alors produits sont souvent « déviés », du point de vue du mode articulaire, ou du lieu d'articulation.

Chaque locuteur pourra utiliser le son qui sera pour lui le plus simple à prononcer ; on a pu constater la multitude d'articulations compensatoires existantes. Tant qu'il n'y a pas de confusion possible entre deux phonèmes dans une même langue, l'auditeur peut rapprocher aisément le son entendu du son désiré par le locuteur, car il conserve au maximum les propriétés phonétiques caractéristiques de ce son, même si parfois il s'en éloigne énormément. En effet, il semble bien que l'objectif principal de ces enfants est d'atteindre une parole intelligible dans le but de faire passer un message. Leur priorité serait donc le rendu perceptif, et ils auraient recours, pour y parvenir, aux stratégies qui pour eux seraient les plus « faciles ». Les enfants atteints de fente palatine vivent avec cette gêne dès leur premier âge. De ce fait, la mise en place de compensations persiste malgré les opérations chirurgicales. Pour cela, quelques fois, ces locuteurs ont recours à des gestes inattendus pour produire certains sons.

Les recherches mettent en évidence les différents articulateurs mis en mouvement par les locuteurs comme stratégie de « remplacement » des sons qu'ils ne parviennent pas à réaliser.

Pour conclure

Ce chapitre a permis de mettre en avant l'importance des différents composants du palais pour la production de la parole. En effet, nous avons pu voir que chacun (éléments muqueux, éléments osseux et muscles) incarne une fonction qui lui est propre, et que chaque perturbation entraîne donc des déviations importantes.

Selon la zone impliquée dans la pathologie, la fente est donc très différente. Cela est mis en évidence par la difficulté à classer ces différents types de fentes. La sévérité du type de fente entraîne diverses perturbations face à l'acquisition de la parole, puis dans la production. Les enfants porteurs de fentes doivent être pris en charge dès leur plus jeune âge, pour un traitement spécifique à leur type de fente, tant au niveau chirurgical que pour le suivi orthophonique.

Chacune engendrant un impact bien particulier, nous avons tenté de recenser les différentes articulations compensatoires relevées au fil des recherches par de nombreux auteurs. Il ressort de ces études, surtout, la grande variabilité de ces articulations. En effet, chaque locuteur doit composer avec sa propre difficulté, rendant des stratégies individuelles pratiquement uniques.

Nous observerons dans le chapitre suivant certains paramètres plus particulièrement. En effet, la durée, le degré de coarticulation ou encore les structures formantiques, que nous avons choisis d'analyser dans notre étude, apportent de précieux indices relatant les stratégies adoptées par les locuteurs porteurs de fente (labio)-palatine.

Résumé Chapitre III

Il est proposé dans ce chapitre de se focaliser sur trois paramètres d'observation qui servent habituellement, et de manière concluante, à caractériser la production de la parole.

Ces paramètres d'observation sont parfois de bons candidats pour l'étude de la parole pathologique, puisqu'ils peuvent être des outils de quantification de déviations articulatoires. Il s'agit de : (1) la durée et la variabilité de celle-ci ; (2) l'équation du locus ; (3) l'analyse des espaces vocaliques et consonantiques, à partir de données formantiques.

Une présentation de l'étude de la durée dans la parole pathologique et non pathologique et d'*abord* faite, en liaison avec les sources de la variabilité de ce paramètre. Dans le cadre de cette présentation, la discussion porte sur le contrôle du voisement et sur certains de ses indices, à savoir le VOT, le VTT et la tenue consonantique. Ces indices seront particulièrement examinés dans cette thèse pour leur pertinence dans la caractérisation de productions consonantiques, habituellement difficile dans cette pathologie touchant le velum et la voûte palatine. Les fentes comme sources du contrôle problématique de la durée et de certains aspects aérodynamiques de la parole, et donc comme sources de variabilité sont aussi étudiées dans cette optique. La dimension perceptive des productions d'enfants atteints de fentes palatines est également discutée.

Ensuite, une définition et des généralités relatives à l'équation du locus sont présentées. Il est indiqué que l'équation du locus peut être un indice de lieu d'articulation, du degré de coarticulation C-V et de la coarticulation en général. Des travaux portant sur l'équation du locus chez les bébés, chez les enfants et chez les adultes sont présentés et discutés dans ce chapitre.

Enfin, l'importance de l'étude des espaces vocaliques et consonantiques, à partir de données formantiques, est soulignée. En effet, l'étude des formants peut être utile pour caractériser, entre autres, les lieux d'articulation des voyelles et des consonnes. Il est argué que le rapport F1/F2 donne un espace acoustique vocalique interprétable en termes articulatoires, et que le rapport F2/F3 est un autre rapport formantique, interprétable en termes articulatoires, et utile pour caractériser les productions consonantiques.

CHAPITRE III

III. RENDRE COMPTE DE LA PAROLE PATHOLOGIQUE / PARAMÈTRES D'OBSERVATION

Nous proposons dans ce chapitre de nous focaliser sur trois paramètres d'observation qui servent habituellement de manière concluante à caractériser la production de la parole en général et particulièrement de la parole pathologique. Ces paramètres, que l'on peut considérer aussi comme outils de quantification des déviances articulatoires sont :

1. La durée et la variabilité de celle-ci
2. L'équation du locus
3. L'étude des espaces vocaliques et consonantiques à partir de données formantiques

III.1. Etude de la durée dans le développement de la parole pathologique et non pathologique : durée et variabilité

La durée est l'un des paramètres les plus affectés dans la parole des locuteurs porteurs de fente palatine.

La comparaison de durées entre locuteurs sains et locuteurs pathologiques représentant une grande part de notre étude, il nous a paru essentiel de faire le point sur les recherches antérieures portant sur ce trait de la parole. Nous avons vu dans les chapitres précédents que cette parole est soumise à diverses formes de variabilité. Nous nous intéresserons dans ce chapitre plus particulièrement à la *variabilité temporelle*.

Nous rendrons compte du fait que la variabilité temporelle est corrélée avec la durée, évoluant en fonction de la longueur des segments et de la vitesse d'élocution. Ainsi, rappelons, en introduction de ce chapitre, les sources de variabilité temporelle.

Diverses dimensions physiques de la parole en général, et la durée en particulier, sont soumises à une grande variabilité. Celle-ci peut alors être liée à la *longueur* des segments ou à la variation de la *vitesse d'élocution*. Présentons ces deux variables, celles-là étant les plus pertinentes pour donner une explication directe des différences trouvées entre les productions de parole des enfants et des adultes.

La question de la variance et de l'invariance a été soulevée et traitée par de très nombreux chercheurs, dans une multitude de langues, mais aucune conclusion n'a été possible tant les avis sont divergents. Nous l'avons vu lorsque à travers les grandes théories phonétiques (Chapitre I) et nous y reviendrons lorsque nous traiterons et de la notion de l'équation du locus (III.2).

Variabilité engendrée par la longueur du mot

Ohala (1975) indique que la variabilité temporelle de la parole augmente directement avec la longueur du mot (« *temporal fluctuation or variability of speech increases monotonically with the mean internal size.* »).

De la même façon, Lehiste (1972) rapporte des données relatives à la *durée des mots* comme « stick-, sticky-, stickiness ». Elle montre que plus le mot est court, plus la variance de durée décroît.

Nous le verrons *infra*, Kent et Forner (1980) observent que les enfants de 4 et 6 ans ont des productions plus longues et plus variables que celles des enfants de 12 ans et que celles des adultes. Selon eux, l'augmentation de la variabilité chez les jeunes enfants ne serait pas un phénomène indépendant, mais serait directement liée à leurs segments plus longs. En effet, la variabilité augmente systématiquement avec l'augmentation de la durée dans leur étude.

La précision du timing individuel varierait donc avec des facteurs qui influencent la durée du segment. Ainsi, lorsque la variabilité du timing est utilisée pour décrire le développement de la parole, ou la parole pathologique, il est important de reconnaître la possibilité qu'une variabilité croissante puisse provenir simplement d'une vitesse d'élocution plus lente et pas nécessairement d'une immaturité neuro-musculaire ou d'un dommage neurologique. Certaines études montrent une haute variabilité pour les jeunes enfants ou les enfants avec des troubles de la parole. Cela peut être un fait qui suggère que les locuteurs ayant une vitesse d'élocution plus lente et des longueurs de mots plus importantes ont un contrôle du timing plus variable que les locuteurs ayant une vitesse d'élocution moins lente.

Variabilité engendrée par la vitesse d'élocution

Klatt (1974) suggère, dans une étude sur la durée de la friction du [s], menée sur trois locuteurs, que la précision du timing dans la production de la parole peut varier avec la *vitesse d'élocution*, de sorte que la variance des mesures temporelles décroisse lorsque la vitesse d'élocution augmente. Il constate également que le locuteur ayant la vitesse d'élocution la plus rapide est celui qui présente le moins de variabilité. Ainsi, cela peut indiquer que le timing devient généralement plus précis à mesure que la vitesse d'élocution d'un locuteur augmente « *this may indicate that timing generally becomes more precise as the speaking rate of a talker increases* » (p. 59). En effet, des durées plus courtes laissent une marge de manœuvre plus réduite, amenant le locuteur à atteindre la « cible » le plus directement possible.

Crystal et House (1988) parviennent à la même conclusion ; les locuteurs ayant une vitesse d'élocution plus rapide auraient une variabilité plus réduite que les locuteurs ayant une vitesse d'élocution lente. Ils confirment donc l'existence d'une corrélation entre ces deux paramètres.

Cependant, Smith *et al.* (1983) observent, eux, que lorsque les enfants de 5, 7 et 9 ans parlent plus vite, et ont donc des durées comparables à celles des adultes, la variabilité de leurs productions est toujours plus importante que celle des adultes. Ils concluent ainsi qu'il n'y aurait pas de corrélation entre vitesse d'élocution et variabilité.

Cela est contraire aux conclusions de Vaxelaire (1993 ; 2007), qui démontre cette relation dans une étude cinéradiographique. Cette étude montre que la variabilité temporelle serait dépendante de la durée ; en effet, davantage de variabilité apparaît en vitesse d'élocution lente qu'en vitesse d'élocution rapide. Cela va dans le sens du rétrécissement de la zone cible de viabilité (c'est-à-dire la zone de variabilité dans laquelle les sons conservent leur identité) des sons en vitesse rapide (*cf.* Chapitre I, section 3. pour une discussion de cette notion de viabilité en productions de la parole).

Les résultats de Smith *et al.* (1983) peuvent s'expliquer du fait que la vitesse d'élocution rapide est exigée par l'investigateur, ce qui rendrait alors leurs productions peu naturelles, donnant en conséquence des durées de segments plus variables.

Le tableau ci-dessous rend compte de l'influence de la durée ou de la vitesse d'élocution sur la variabilité, selon les différents auteurs, cités *supra* (Tableau 15).

Tableau 15 : Comparaison, selon différents auteurs, de la présence (+) ou absence (-) de variabilité en fonction de la durée plus longue (+) du segment ou de la vitesse d'élocution plus rapide (+).

	variabilité	durée	Vitesse d'élocution
Ohala (1975)	+	+	
Lehiste (1972)	+	+	
Kent & Forner (1980)	+	+	
Klatt (1974)	-		+
Crystal & Hause (1988)	-		+
Smith <i>et al.</i> (1992)	+		+
Vaxelaire (1993, 2007)	+		+

Ayant fait le point sur les sources de variabilité temporelle, revenons en plus précisément à la durée chez différents types de locuteurs. Nous présenterons d'abord les caractéristiques temporelles de la parole dont fait état la littérature chez les locuteurs sains, puis les études comparatives déjà réalisées entre locuteurs sains et locuteurs pathologiques.

III.1.1. Durée et variabilité chez les locuteurs sains et pathologiques

De nombreuses études ont permis d'observer que la durée et la variabilité temporelle des productions tendent à décroître lorsque l'enfant grandit. Ces deux propriétés, fortement corrélées, jouent un rôle fondamental dans le processus d'acquisition du timing de la parole.

III.1.1.1. Durée et variabilité chez les adultes et les enfants sains

Bruner (1973) considère le développement du contrôle moteur comme la construction d'une série d'actions qui se modifient dans le but de diminuer la variabilité, d'augmenter l'anticipation et de gagner en économie. Les modèles de mouvements de la parole chez l'adulte sont en effet caractérisés par un timing précis (Kozhevnikov & Christovich, 1965 ; Kent & Moll, 1975), une anticipation considérable, résultant en une coarticulation extensive, des chevauchements des segments articulatoires phonétiques (Daniloff & Hammarberg 1973, Kent & Minifie, 1977 ; le principe de coordination et de coarticulation, Fowler & Saltzman, 1993) et de l'économie (Théorie de la Variabilité Adaptative, Lindblom, 1987, Théorie Quantique de Stevens, 1972). Le contrôle moteur jouerait donc, sur le plan développemental, un rôle de modérateur qui, canalisant ces déplacements, leur permettrait d'atteindre leur « cible ». Nous allons voir dans cette section que la variabilité touche les différents paramètres de la parole, et est omniprésente même chez l'adulte.

Il résulte des études sur la production de la parole que les jeunes enfants d'environ 6 ans ont des segments d'une durée plus importante que les adultes et les enfants plus âgés (Subtenly *et al.*, 1966). Par exemple, Smith (1978) rapporte que les durées des énoncés non signifiants sémantiquement sont plus longs d'environ 15% chez les enfants de 4 ans, et de 31% chez les enfants de 2 ans, par rapport aux adultes. Kent et Forner (1980) ont eux remarqué que les enfants de 4 ans présentaient des segments plus longs ainsi qu'une variabilité temporelle plus forte que celle recensée chez l'adulte et chez les enfants plus âgés (de 6 et 12 ans). De même, Smith *et al.* (1996) ont montré, dans leur étude longitudinale menée sur des enfants, que la durée des segments diminuait de 10% entre le début et la fin de leur recherche et que la variabilité temporelle baissait, quant à elle, de 40%. Le fait que la durée soit plus longue chez les enfants les plus jeunes apparaît comme étant dépendant de facteurs divers et variés (segmental, suprasegmental), qui n'avaient pas été explorés avant cette étude.

La question qui se pose alors est de savoir si l'augmentation de la durée est une propriété uniforme de la parole des enfants. En d'autres termes, est-ce que la réduction de la durée des segments peut être une conséquence de la maturité motrice ? Les mesures de durée seraient donc une façon de caractériser les progrès développementaux des enfants cherchant à atteindre le même contrôle moteur de la parole que les adultes. Et les modèles développementaux, dans le contrôle de la durée, seraient des indices clés pour la recherche sur l'acquisition de processus phonologiques. Ainsi, notre travail, portant aussi sur l'étude de la durée, mettra en évidence de nombreux aspects quant au développement de la parole et la variabilité chez les locuteurs pathologiques.

Notons également que la variabilité des productions est plus ou moins réduite selon l'âge des locuteurs. Cela constituerait un autre modèle développemental émergeant d'études sur le langage des enfants (DiSimoni, 1974a, b, c ; Tingley & Allen, 1975). Si la variabilité est utilisée comme indice de maturité du contrôle moteur, il apparaît alors que la production de la parole chez les enfants continue à se perfectionner au niveau de la précision, jusqu'à l'âge de 11-12 ans (Kent, 1976). Ainsi, Gerosa *et al.* (2007) ont montré que les caractéristiques acoustiques d'enfants

âgés de 5 à 17 ans changeaient avec l'âge de telle manière que la variabilité temporelle et spectrale diminue à mesure que l'âge augmente. Ce travail peut être mis en parallèle avec celui de Lee *et al.* (1999), qui portait également sur la variabilité des paramètres acoustiques de la parole. Si cette recherche a aussi mis en avant le fait que la variabilité diminuait avec l'âge, les résultats de Lee *et al.* (1999) ont révélé que les modèles temporels des enfants commençaient à être comparables à ceux des adultes à l'âge de 12 ans, ce qui est comparable aux données de Kent (1976).

Signalons toutefois que ce point ne fait pas l'unanimité dans la recherche sur le développement du langage puisque Stathopoulos (1999) a obtenu des résultats indiquant une variabilité comparable chez les enfants et les adultes, à l'exception de ses sujets de 4 ans qui présentaient des événements acoustiques plus variables.

Des expériences sur le temps de réaction (TR) simple (Bellis, 1933) et le temps de réaction à choix multiples (Gilbert, 1894, Surwillo, 1973) ont montré que le temps de réaction diminuerait avec l'âge, dans le domaine du contrôle moteur humain. Il a été démontré que la variabilité intra et inter-individuelle, pour un temps de réaction simple, diminue avec l'augmentation de l'âge durant l'enfance (Eckert & Eichorn, 1977). Cela nous apporte des indices relatifs au sujet de la variation développementale dans le contrôle du timing, qui serait probablement commune à toutes les activités psychomotrices, et non propre au langage.

Dans cette perspective, Kent et Forner (1980) se posent deux questions : 1) Les jeunes enfants ont-ils des segments d'une durée plus importante, par rapport aux adultes et aux enfants plus âgés ? 2) Les enfants les plus jeunes montrent-ils davantage de variabilité au niveau du contrôle moteur de la durée des segments, par rapport aux adultes ?

Pour répondre à ces deux questions, Kent et Forner (1980) ont enregistré 40 sujets (10 sujets par tranche d'âge, à 4 ans, 6 ans, 12 ans et à l'âge adulte), produisant 3 phrases simples répétées 4 fois chacune. À l'aide du spectrogramme, ils ont analysé la structure temporelle des différentes productions telles que la durée de la friction, le VOT, la durée de la voyelle, la durée de la tenue consonantique, et la durée totale du mot.

Ils ont ainsi pu constater que la moyenne de la durée de chaque phrase variait selon l'âge du groupe de sujets. De plus, la variabilité intra-locuteur, ainsi que le coefficient de variation, ou la « variabilité relative interlocuteur » étaient plus importants chez les enfants de 4 ans. En revanche, la variabilité interlocuteur ne laissait pas apparaître de différences développementales dans les trois autres groupes (c'est-à-dire à 6 ans, à 12 ans et à l'âge adulte), même si les adultes tendaient vers des productions moins variables, par rapport aux plus jeunes. Le fait que certains des plus jeunes enfants soient capables d'un meilleur contrôle, plus robuste, de la production de la parole que d'autres, renvoie à la variabilité interindividuelle bien connue dans la production de la parole en général, mais aussi à la variabilité dans le processus d'acquisition.

Nous développons ici les résultats trouvés par Kent et Forner (1980) car ceux-ci sont spécialement intéressants pour nos propres recherches. En effet, dans nos paradigmes linguistiques, nous retenons les mêmes occlusives, à savoir [p, t, k, b, d, g] pour les mesures de

durées, que celles analysées dans leurs travaux. Nous pourrions ainsi comparer les résultats de nos locuteurs sains aux tendances trouvées, entre autres, par ces chercheurs.

Les résultats pour le [k] montrent que lorsque l'âge du sujet augmente, la moyenne des durées et la variabilité inter- et intra-locuteur sont réduites. Ainsi, les locuteurs les plus jeunes présentent les VOT les plus longs, une plus grande hétérogénéité des valeurs temporelles à l'intérieur du groupe, et une précision intra-individuelle moindre.

En revanche, les résultats pour le [t] ne montrent pas d'effets développementaux bien définis, pour aucune des analyses statistiques effectuées, sauf pour le calcul de l'écart-type intra-locuteur. Ainsi, nous pensons qu'il ne serait pas juste de conclure que les enfants de 4 ans ont systématiquement des VOT plus longs, et davantage de variabilité, même si cela est le cas par rapport aux adultes dans certaines circonstances. Il semble donc important de bien prendre en compte divers facteurs, tels que le lieu d'articulation, le contexte phonétique, l'accentuation, la forme syntaxique et d'autres caractéristiques phonétiques et linguistiques qui pourraient être responsables de différences développementales, et cela dans les durées des segments acoustiques.

Kent et Forner (1980) ont mesuré le [a], la tenue du [k] et le VOT du [b] dans la séquence « blue box » [blubɔks] (« boîte bleue »). Pour ces trois segments, la durée et la variabilité interlocuteur diminuent avec l'âge. L'écart-type des productions de certains enfants de 4 ans montrent qu'ils ne sont pas forcément moins précis dans le contrôle de la production de la parole que les adultes, mais *tendent* à moins de précision pour une variété de mesures de segments acoustiques.

Le groupe des enfants de 4 ans est le seul à avoir, de façon uniforme, des longueurs de durée et une variabilité plus importantes que celles des adultes, pour la plus grande partie des mesures.

De ce fait, il apparaît que les variabilités inter- et intra-locuteur dépendent de la durée moyenne des segments. En effet, lorsque les enfants de 4 ans ont des durées similaires à celles des enfants plus âgés et des adultes, la variabilité de leurs productions est également semblable à celle des locuteurs plus âgés. Par conséquent, au moins une part de la variance des mesures de durée pourrait être expliquée par la vitesse d'élocution, puisque que celle-ci détermine la durée du segment.

La mesure des durées consonantiques permet de distinguer deux groupes : les plus âgés et les plus jeunes. Les adultes, en tant que groupe, ont les plus petites valeurs, proches de celles des enfants de 12 ans, tandis que les enfants de 4 et 6 ans ont les plus grandes valeurs de durée des consonnes. Les plus jeunes ont une vitesse d'élocution plus lente, donc une durée plus longue et une variabilité plus importante, autant en tant que groupe, qu'individuellement. Les auteurs soulignent aussi que les sujets les plus âgés sont plus uniformes dans leurs précisions individuelles.

Les résultats présentés dans l'article de Kent et Forner (1980) sont en accord avec ceux attestés dans la littérature, qui rapportent que les enfants de moins de 6 ans ont tendance à avoir des énoncés plus longs. Des études plus récentes, telle que celle de Whiteside *et al.* (2003), par exemple, confirment ces conclusions. En effet, cette recherche qui portait également sur les occlusives [p, t, k] et [b, d, g] a révélé que la variabilité diminuait en même temps que l'âge des

enfants augmentait, les variations encore présentes chez les locuteurs les plus âgés étant liées à l'habileté motrice de chaque enfant.

Si des recherches antérieures soutiennent que l'augmentation de la durée des segments dans la production des enfants dépend de l'interaction entre divers facteurs segmentaux et suprasegmentaux, alors les études portant sur l'acquisition de processus phonologiques chez les enfants vont devoir prendre ces interactions en compte, comme étant pertinentes pour l'acquisition de ces processus phonologiques.

Ainsi, nous avons vu que la variabilité temporelle et la durée allaient de pair, et les résultats de Kent et Forner (1980) suggèrent que l'augmentation de la longueur et de la variabilité des durées des segments se produit davantage sous certaines combinaisons segmentales et suprasegmentales que d'autres. Ainsi, il est important d'étudier comment la variabilité des durées des segments interagit avec ces diverses caractéristiques.

Tableau 16 : Comparaison durée/variabilité selon l'âge du locuteur (selon Kent & Forner, 1980).

Age	durée	variabilité
Enfant	+	+
Adulte	-	-

Nous venons de voir qu'il existe des différences entre les durées segmentales des adultes et celles des enfants, ainsi que des différences de variabilité de durées chez ces deux catégories de locuteurs, ici distinguées par l'âge (*cf.* Tableaux 15 et 16). Nous retiendrons que les enfants ont tendance à avoir des durées segmentales plus longues, comportant davantage de variabilité que les adultes. Nous avons vu également que ces deux paramètres sont fortement corrélés. Nos recherches reposant en grande partie sur l'analyse de la durée des segments vocaliques et consonantiques, ainsi que sur celle des indices tels que le VOT et le VTT, et la variabilité de ces segments, ces données attestées dans la littérature sont particulièrement intéressantes pour nous. Notons également l'importance du *contexte*, qui influence fortement ces paramètres. Nous y reviendrons dans la deuxième section de ce chapitre.

La durée étant sujette à une certaine variabilité chez les sujets sains, adultes et enfants, confrontons leurs résultats avec ceux obtenus auprès de locuteurs pathologiques.

III.1.1.2. Durée et variabilité chez l'enfant sain vs. pathologique

La dernière section de ce chapitre étant consacré à la durée de la parole chez les locuteurs porteurs de fente palatine, elle correspond à une brève revue de la littérature portant sur la durée par rapport à certaines pathologies. Nous verrons également en quoi l'observation de la parole chez les locuteurs sains peut être utilisée à des fins cliniques.

De nombreuses études ont été menées, au niveau acoustique et physiologique (Folkins & Blade, 1990 ; Kent & Forner, 1980 ; Robb *et al.*, 1989 ; Sharkey & Folkins, 1985 ; Smith &

McLean-Muse, 1986, 1987), sur le développement du contrôle moteur de la parole chez l'enfant, afin de mieux évaluer les problèmes de production de la parole de l'enfant et de l'adulte. Deux mesures sont fréquemment discutées, comparant les compétences motrices de la parole dans des groupes d'âges différents, ou entre des locuteurs avec ou sans pathologie : la *durée* des diverses unités segmentales du langage et la *variabilité* de ces unités. Ces paramètres seraient, rappelons-le, des indices de bon fonctionnement neuromoteur nécessaires à la production de la parole.

Les résultats de ces études montrent une baisse de la durée et de la variabilité inter- et intra-sujet avec l'augmentation de l'âge, ainsi qu'une durée et une variabilité réduites pour les locuteurs sains, par rapport aux locuteurs pathologiques. Smith (1992) ne note pas la corrélation attendue entre ces deux variables. Si son étude laisse en effet apparaître que les mesures de durées segmentales des enfants ressemblent davantage à celles des adultes, cela n'est pas vrai pour les résultats relatifs à la variabilité intra-locuteur.

En ce qui concerne les individus ayant divers types de pathologies, Kent *et al.* (1979) observent une tendance chez les sujets atteints de dysarthries ataxiques* ; ces derniers auraient des segments plus longs que les adultes sans pathologie, et une plus grande variabilité, même si la différence de variabilité n'est pas aussi grande que la différence de longueur de durée (Cooper & Allen, 1977). Cet allongement de la durée est en effet l'un des symptômes de cette pathologie.

Au sujet de patients atteints d'une dysarthrie d'origine cérébelleuse, Kornhuber (1977) commente le rôle du cervelet dans la production du langage. Il semblerait que celui-ci soit responsable des ajustements des mouvements, qui sont régulés en continu par des stimuli extérieurs. Le cerebellum contiendrait un mécanisme pour maintenir les positions atteintes par les mouvements rapides et pour la coordination temporelle d'une série de mouvements successifs et rapides. Le développement du contrôle du timing dans la production de la parole des enfants sera donc perturbé si le cerebellum a des lésions. Il est un participant actif dans la production motrice durant l'apprentissage de la parole. De plus, certaines observations cliniques ont amené la possibilité d'une participation du cervelet dans les processus cognitifs (Schmahmann & Sherman, 1998). Selon Ackerman *et al.* (2007), le cervelet permettrait d'ajuster au contexte des schémas de syllabes, appris et stockés dans le cortex prémoteur, pour produire un langage fluent. De plus, les patients atteints d'une dysarthrie d'origine cérébelleuse auraient une perception altérée du discours, spécifiquement sur le plan temporel, empêchant par exemple de distinguer deux mots voisins. L'observation d'un patient victime d'un accident vasculaire cérébelleux a révélé, au niveau du langage, une hypospontanéité et des difficultés syntaxiques (Lagarde *et al.*, 2009).

Une ressemblance superficielle existerait entre les plus jeunes enfants et les individus ayant une dysarthrie d'origine cérébelleuse ; tous tendent à avoir des durées segmentales plus longues et plus variables que les enfants sains (Kent *et al.*, 1979). Cependant, et de façon attendue, de nombreuses différences persistent. À titre d'exemple, les dysarthriques ont une anomalie fréquente dans le contrôle du timing à réduire certaines durées segmentales, ne suivant pas non plus le « modèle » accentuel approprié.

Le contrôle du timing est important pour la production de la parole en particulier, et le comportement moteur en général. De ce fait, il est un indice précieux pour caractériser la perturbation de la parole au niveau développemental.

Weismer et Elbert (1982) notent que les enfants qui présentent des problèmes articulatoires montrent davantage de variabilité, temporelle et articulatoire, dans la production de la parole. En effet, cela serait lié au contrôle moteur de la parole qui est alors moins bien maîtrisé. Si la variabilité de la durée d'un segment peut être utilisée comme indice du contrôle moteur de la parole, celle-ci serait également responsable des problèmes liés à l'atteinte de « cibles » articulatoires.

Tel que nous l'avons énoncé plus tôt, Kent et Forner (1980) rapportent que les enfants de 4 ans sans pathologie ont des segments plus longs et montrent une grande variabilité inter- et surtout intra-individuelle. Même si ces deux paramètres (durée et variabilité) ne sont pas systématiquement corrélés, il devient tout de même important de déterminer si ces mesures peuvent servir d'indices dans notre étude. Si oui, comment donneraient-elles des informations sur les différents mécanismes articulatoires impliqués dans la production de la parole chez les enfants porteurs de fentes palatines ?

Smith (1992) compare des mesures de durées d'adultes et d'enfants sains, mais nous avons intégré cette étude dans ce chapitre sur la parole pathologique dans la mesure où ses résultats peuvent contribuer à la détection d'une parole pathologique. En effet, il tente de voir comment les deux paramètres qui sont la durée et la variabilité peuvent être utilisés dans la caractérisation (description) des capacités de contrôle moteur de la parole des enfants. Pour ce faire, il a établi une corrélation entre durée et variabilité, corrélation qui resterait relativement modeste, selon les résultats. Ainsi, bien que les résultats des premières études (Smith, 1978 ; Smith *et al.*, 1983) indiquaient que la durée et la variabilité tendent à décroître avec l'augmentation de l'âge, les résultats de Smith (1992) montrent que la relation entre ces deux mesures, au niveau individuel, n'est pas aussi forte que les précédentes études le laissent penser. Il sera donc intéressant de voir quels seront les résultats, dans notre étude, en ce qui concerne ces données.

Smith (1992) compare ensuite les valeurs de durées et de variabilités des enfants avec les résultats des adultes. Il constate que la majorité des enfants de 4 ans se rapprochent plus des valeurs des adultes pour les deux paramètres, par rapport aux enfants de 2 ans. La distinction réalisée entre les vitesses normale et rapide pour les enfants de 5, 7 et 9 ans par rapport aux adultes, lui a permis de constater que la variabilité décroît en vitesse rapide. De plus, il remarque que c'est bien le groupe de locuteurs âgés de 9 ans qui se rapprochent le plus des adultes. Les résultats correspondent donc à ceux des études que nous avons citées *supra*.

Des recherches antérieures notent une baisse générale des valeurs de durée et de variabilité lors de la comparaison du groupe des adultes et du groupe des enfants (Kent & Forner, 1980 ; Smith, 1978 ; Smith *et al.*, 1983), mais ces recherches ne mentionnent pas précisément la nature de la relation entre ces deux paramètres dans la parole de l'enfant.

Cette étude accentue encore la fonction des deux paramètres, la durée et la variabilité de la parole, en tant que témoins de la maturation et des compétences neuromotrices de la parole de l'enfant. L'étude de Smith (1992) suggère qu'il est possible de poser des conclusions à propos du développement du contrôle moteur de la parole des enfants de façon individuelle sur la base des mesures de la durée et/ou de la variabilité. Mais les différences observées entre la durée et la

variabilité pour les enfants au niveau individuel indiquent clairement que ces deux mesures ne sont pas fortement corrélées et ne mènent donc pas nécessairement à des conclusions similaires, quant au contrôle moteur de la parole. De plus, il apparaît que les enfants tendent, suivant les données de production de la parole, à atteindre des résultats similaires à ceux des adultes plus tôt, dans le processus de développement, au niveau de la durée que de la variabilité. La variabilité ne serait donc pas inhérente à la durée.

Le tableau ci-dessous résume la longueur de la durée et le degré de variabilité, qui sont toujours plus importants chez les locuteurs pathologiques, en comparaison avec des locuteurs sains (Tableau 17).

Tableau 17 : Comparaison durée/variabilité selon le type de locuteur.

locuteurs	durée	variabilité
pathologiques	+	+
sains	-	-

Par rapport à ces études, nous pouvons conclure que, le plus souvent, les jeunes enfants (de 3 à 7 ans) montrent des longueurs de durée et une variabilité plus importantes que les groupes d'enfants plus âgés et les groupes d'adultes. Et, de la même façon, cette différence existe pour ces deux paramètres entre locuteurs sains et locuteurs pathologiques (Kent & Forner, 1980 ; Kent *et al.*, 1979 ; Rimac & Smith, 1984 ; Smith, 1978 ; Smith *et al.*, 1983 ; Kubaska & Keating, 1981 ; Robb & Saxman, 1990).

III.1.2. Variation de la durée selon le contexte

Nous savons que la parole est un système complexe mettant en fonction divers articulateurs, qui doivent se coordonner dans le temps et dans l'espace. Divers phénomènes apparaissent alors, tels que la coarticulation, les assimilations, l'anticipation, etc. Ainsi, nous verrons dans cette section que les divers traits de la parole diffèrent selon leur *contexte*. Nous nous attarderons plus précisément sur la durée, puisque c'est l'un des paramètres que nous observerons plus particulièrement dans notre étude, comparant les sujets sains aux sujets porteurs de fente palatine, en fonction de la variation du contexte segmental. Ici, nous verrons que les locuteurs pathologiques ne sont pas les seuls à adopter diverses stratégies de production de la parole ; celles-ci font aussi partie intégrante du langage.

III.1.2.1. Variation de la durée vocalique selon la nature sonore de la consonne suivante

Dans la plupart des langues, les voyelles ont une durée plus longue lorsqu'elles précèdent une consonne voisée que lorsqu'elles précèdent une consonne non voisée. Cette réalité

phonétique est bien connue pour l'anglais (House & Fairbanks, 1953 ; Peterson & Lehiste, 1960 ; House, 1961) et beaucoup d'autres langues (allemand, italien, danois, perse...), dont le français (Chen, 1970, Delattre, 1962). De nombreuses explications ont été proposées au fil des années ; une hypothèse suggère que le locuteur ferait intentionnellement une différence afin de marquer l'opposition de voisement. Les raisons données à ce phénomène varient selon les chercheurs, mais ces derniers s'accordent à dire que ce fait résulte de contraintes articulatoires, phonatoires, ou de la combinaison des deux.

Nous présentons ci-dessous les différentes hypothèses proposées par différents chercheurs pour expliquer ce phénomène. Ces hypothèses pourraient en effet nous éclairer sur les stratégies employées par les locuteurs pathologiques, ou simplement expliquer certains phénomènes observables dans leurs productions linguistiques.

Pour expliquer ce phénomène, Kluender *et al.* (1988) se fondent surtout sur le *principe de contraste temporel*, selon lequel une voyelle de longue durée devrait avoir un petit intervalle de fermeture consonantique (correspondant à la durée de la constriction maximale). Cet intervalle étant court il sera plus voisé. En revanche, une voyelle de courte durée devrait avoir un intervalle de fermeture consonantique plus long, qui sera en conséquence moins voisé (Javkin, 1976).

L'explication avancée par Belasco (1953) reposait déjà sur le fait qu'une plus grande énergie physiologique est nécessaire pour la production d'une consonne non voisée par rapport à une sonore. L'anticipation de la consonne nécessitant une grande force articulatoire tendrait à raccourcir la voyelle précédente afin que le total de l'énergie de la syllabe soit concentré sur la consonne.

En rapport avec ces explications, Peterson et Lehiste (1960) évoquent le fait que les voyelles ne sont pas forcément plus longues après une consonne voisée qu'après une consonne non voisée. Cela va à l'encontre des explications de Belasco (1953) et les résultats de Metz *et al.* (2006). Ces derniers constatent qu'en condition de parole naturelle, les voyelles suivant des consonnes sonores ont des durées plus longues que les voyelles suivant des consonnes non voisées.

Selon Halle et Stevens (1967) et Chomsky et Halle (1968), les voyelles seraient plus longues devant les consonnes voisées pour permettre les ajustements laryngés nécessaires au maintien de la vibration glottale, durant la constriction ou la fermeture orale.

Lisker (1974), grâce à une observation par fibre optique et par électromyographie*, montre qu'il n'y a pas d'ajustement laryngé devant une consonne voisée, mais un changement évident devant une non voisée. La voyelle devrait donc, selon lui, être plus longue devant une consonne non voisée que devant une nasale, car il n'y a pas d'obstacle à un voisement spontané.

Chen (1970) propose une autre explication : les voyelles ont une durée plus courte devant les consonnes non voisées car le geste de fermeture du conduit vocal est exécuté avec davantage de force musculaire, force requise pour l'obtention d'une pression d'air intra-orale importante (obligatoire pour l'ouverture de la glotte) pendant la production d'une fricative ou d'une occlusive non voisée. Du fait de leur difficulté à réunir suffisamment de pression, les enfants ayant une fente palatine ne présenteraient peut-être pas ce changement de durées devant les consonnes non

voisées ou sonores ; nous examinerons cela dans notre étude. En effet, ce changement de durée pourrait constituer un indice intéressant pouvant nous renseigner sur les différences de mise en mouvement des organes de la parole chez les locuteurs porteurs de fente palatine, par rapport aux locuteurs sains.

Sussman, MacNeilage et Hanson (1973) ont montré que les résultats diffèrent selon la nature de la voyelle. La vitesse de fermeture serait en effet plus rapide pour [p] que pour [b] après les voyelles [è] et [A], mais plus longue après le [i].

Javkin (1976) reprend l'hypothèse de Chen (1970) : l'effet de longueur de la voyelle est moindre pour les voyelles hautes comme le [i] que pour les voyelles basses comme le [a], car la différence d'aperture devrait avoir moins d'effet sur une petite trajectoire articuloire ; cela reflète la durée intrinsèque des sons. Mais, en réalité, les valeurs moyennes de la durée du [i] et du [a], devant les consonnes non voisées et sonores, seraient quasiment les mêmes (respectivement 0.67 et 0.65) selon Peterson et Lehiste (1960) et Sharf (1962).

Selon Javkin (1976), Chen (1970) confondrait causes et effets. Si le geste de fermeture du conduit buccal est plus rapide avant l'émergence des consonnes non voisées, cela pourrait refléter simplement une durée plus courte, nécessaire dans cet environnement.

Klatt (1975 a et b) et Lisker (1974) pensent que les différences de durée seraient liées à la coordination temporelle des gestes articuloires et phonatoires, qui se ferait plus ou moins difficilement. Ainsi, certains gestes seraient enchainés plus aisément que d'autres.

Javkin (1976) suggère que l'effet dériverait de facteurs auditifs. Il pense que les pulsions glottales, durant l'intervalle de fermeture d'une consonne voisée, sont perçues par les auditeurs comme une extension de la voyelle précédente. Ainsi, la longueur de la voyelle serait perceptivement augmentée par le voisement, faisant en sorte qu'une voyelle longue paraît encore plus longue, devant les consonnes sonores.

L'intervalle de fermeture, pour les voisées, tendrait à être plus court car l'élévation rapide de la pression d'air rend le maintien des vibrations glottales difficile durant les occlusives (Ohala & Riordan, 1979 ; Ohala, 1983). Ohala et Riordan (1979) pensent que le voisement peut être maintenu durant la closure par extension du conduit vocal, extension qui peut être active (abaissement du larynx) ou passive (à travers la conformité des tissus).

Le tableau ci-dessous illustre l'influence du contexte consonantique sur la longueur de la voyelle suivante ou précédente (Tableau 18).

Tableau 18 : Durée vocalique en fonction du contexte consonantique (selon les auteurs cités *supra*).

Nature de la consonne	non voisée	voisée
Longueur de la voyelle précédente	-	+
Longueur de la voyelle suivante	-	+

Ces résultats suggèrent que l'un des effets spécifiques de la différence de durée de la voyelle est de renforcer, à travers un contraste de durée, la caractéristique perceptive de l'indice de la durée de fermeture. La différence de durée des voyelles apparaît comme l'exemple d'une tendance plus générale du langage, de signaler les distinctions phonologiques utilisant un ensemble d'indices acoustiques qui se *relayent* mutuellement. La prise en compte de la longueur de la voyelle précédente serait donc importante, tant dans la mise en place de tests de perception que dans la recherche d'indices de compensation chez les locuteurs pathologiques.

Nous utiliserons dans notre étude les différentes explications de ces auteurs pour émettre des hypothèses éclairant les éventuelles différences de durée entre les locuteurs sains et les locuteurs porteurs de fente palatine. Par exemple, nous vérifierons la nature des voyelles dont la durée changerait chez nos locuteurs, en mesurant les valeurs de $f1/f2$, comme indice de différences d'aperture. Il est probable que les enfants porteurs de fente palatine produisent des voyelles dont l'aperture s'éloignerait des « cibles » habituelles. De telles différences au niveau de l'aperture (entre sujets sains et sujets pathologiques dans notre étude) pourraient expliquer les possibles différences de durée, suivant Sussman, MacNeilage et Hanson (1973). Nous verrons également si l'intervalle de fermeture consonantique est plus court pour les occlusives voisées, (Ohala & Riordan, 1979 ; Ohala, 1983) chez les locuteurs porteurs de fente palatine et les locuteurs sains. Westbury (1983) a constaté que les occlusives voisées sont produites avec un élargissement des cavités supraglottiques par l'abaissement du larynx et le mouvement du corps de la langue vers l'avant. Ces actions entraîneraient une augmentation de la durée de l'intervalle de fermeture. Cependant, il est aussi suggéré que l'intervalle de fermeture serait plus long pour les occlusives non voisées à cause du temps requis pour l'initiation du voisement.

III.1.2.2. Le contraste de voisement géré par des différences de durées, en fonction du contexte

Abdelli-Beruh (2004) a examiné la façon dont les locuteurs français se servent de corrélats acoustiques pour produire les distinctions de voisement pour des occlusives se trouvant dans le contexte d'une phrase. Ces occlusives apparaissent entre des voyelles (/pa_a/) et entre des fricatives non voisées (/pas_s/).

Cette étude nous intéresse car les locuteurs porteurs de fente palatine ont souvent des difficultés à réaliser la différence du trait de voisement, lors de la production des occlusives. Le chapitre précédent fait état des différentes stratégies compensatoires qu'ils emploient. Il nous importe de voir comment des locuteurs sains procèdent pour faire cette distinction qui est, en français, importante phonologiquement ; nous en déduisons la façon dont l'opposition de voisement, gérée par la durée, pourra être réalisée par les locuteurs pathologiques.

Cette section soulignera l'importance du phénomène de l'assimilation, ainsi que celle de paramètres tels que le VOT, la durée de la tenue consonantique et du voisement dans la gestion des oppositions de voisement.

L'assimilation et la durée

L'analyse des données de Abdelli-Beruh (2004) révèle que les occlusives /b d g/ ont des durées plus longues que leurs homologues non voisées. De plus, elles sont précédées de voyelles plus longues que les occlusives non voisées /p t k/ dans trois conditions : en initial de syllabe entre voyelles, entre fricatives non voisées et entre voyelles en fin de syllabe.

En français, lorsque deux consonnes s'opposant au niveau du trait de voisement sont en contact, l'assimilation est habituellement régressive ; c'est-à-dire que la seconde consonne va influencer le trait de voisement de la première. Par exemple, dans le mot [sovtaj], la consonne non voisée [t] va assourdir la consonne précédente [v], et nous aurons alors [softaj]. Il s'agit d'un processus symétrique au niveau phonologique à partir du moment où il affecte les obstruantes non voisées (Casagrande, 1984 ; Darcy, 2003). La règle d'assimilation régressive s'applique pour 85% des /s/ précédant /b d g/ et 67% des /b d g/ précédant un /s/ dans l'étude d'Abdelli-Beruh (2004).

Ainsi, lorsqu'une fricative non voisée /s/ suit une des occlusives voisées /b d g/, le contraste de voisement est réduit, résultant d'une assimilation régressive de dévoisement complète. Celle-ci est atteinte par la concomitance du dévoisement des tenues consonantiques de /b d g/, de la réduction significative des différences relatives au voisement dans les voyelles précédentes et des durées de fermeture des occlusives. En revanche, lorsque la constrictive non voisée /s/ précède une des occlusives voisées /b d g/, la distinction de voisement augmente. En effet, Abdelli-Beruh (2004) note alors des différences significatives des durées, relatives au voisement, accompagnées d'une assimilation complète du son [s] en [z].

Les résultats suggèrent que les assimilations de voisement sont strictement régressives en français. Les assimilations complètes sont réalisées par la variation simultanée de nombreux corrélats acoustiques, attestant la complémentarité des gestes articulatoires sous-jacents.

Le tableau ci-dessous montre qu'au niveau acoustique, les indices temporels et spectraux différencient les occlusives sonores /b d g/ des non voisées /p t k/ (Tableau 19). En effet, il apparaît que les consonnes voisées ont une durée plus longue. Aussi, ces dernières influencent la durée des voyelles les précédant, qui ont elles aussi une durée plus importante.

Tableau 19 : Caractéristiques des occlusives en fonction de leur environnement selon Abdelli-Beruh (2004).

	Durée de l'occlusive	« <i>phonated</i> » (voisée)	Durée V. précédente
/ptk/	- longue	- souvent	- longue
/bdg/	+ longue	+ souvent	+ longue

Le VOT

Le VOT, correspondant au délai de mise en mouvement des plis vocaux, voit sa durée évoluer selon qu'il s'agisse d'une consonne non voisée ou voisée. Nous approfondirons ce point en III.1.1.3.

Lisker et Abramson (1964 ; 1967) ont montré que le VOT, défini comme la coordination entre un geste glottique et un geste supraglottique, différencie les occlusives voisées de différentes

classes phonologiques en position initiale pré-accentuée en anglais, et dans dix autres langues, dont le thaï.

Cho et Ladefoged (1999) ont montré que, parmi 18 langues étudiées, telles que le boriwi (Congo-Niger) ou le tiwi (Australie), le VOT diffère selon le lieu d'articulation de l'occlusive dans une grande majorité des cas.

Des traits acoustiques temporels, autres que le VOT, permettent de différencier les occlusives sonores /b d g/ des non voisées /p t k/ en production de la parole. Il s'agit de la durée de la tenue consonantique et de la durée de la voyelle précédente (Raphael, 1972 ; Suen & Beddoes, 1974). Cependant, la pertinence phonétique et ou phonologique de l'intervalle acoustique de la tenue consonantique a été souvent discutée. Nous en parlons dans ce qui suit, en se limitant à des données pour le français et pour l'anglais. En effet, de telles données illustrent les controverses sur la question de la pertinence de la tenue consonantique en tant que paramètre discriminant.

Durée de la tenue consonantique

En français, comme dans de nombreuses langues, une même opposition phonémique peut avoir différentes réalisations phonétiques (allophones) ; les occlusives /b d g/ sont produites avec des prévoisements (lead) à 94%, et leurs homologues /p t k/ sont réalisées avec des délais de voisement (voicing-lag) courts (Caramazza & Yeni-Komshian, 1974). Les différences de durées des tenues consonantiques relatives au voisement seraient plus importantes en français qu'en anglais, et les phases de fermetures des occlusives /b d g/ seraient plus systématiquement effectuées en français. Les différences de durée des voyelles, par rapport à celles des tenues consonantiques adjacentes, seraient plus élevées en anglais qu'en français (Chen, 1970 ; Laeuffer, 1992).

Les spécificités de chaque langue peuvent expliquer ces disparités. Pour résumer, les différences de durée des tenues consonantiques seraient significativement plus grandes en français qu'en anglais, variant selon la nature sonore de la consonne. Les différences de durée relatives au voisement de la voyelle seraient, elles, plus petites en français qu'en anglais.

Laeuffer (1992 ; 1996 b) suggère que ces différences peuvent être liées aux systèmes prosodiques des deux langues, à l'organisation interne différente des séquences voyelles-consonnes, et au statut différent que chaque langue assigne au trait de voisement.

Par exemple, la plupart des voyelles de l'anglais seraient intrinsèquement plus longues que les voyelles du français ; l'accent rythmique augmenterait la durée des voyelles et réduirait la longueur de tous les autres segments acoustiques du groupe syllabique accentué.

En français, l'organisation interne serait différente. Les voyelles seraient plus courtes que les consonnes, et le contraste de voisement serait davantage géré par les caractéristiques de la consonne et, en particulier, par l'absence ou la présence d'impulsions durant la fermeture (Delattre, 1951) : « In French, the voicing contrast is carried more by the characteristics of the consonant and, in particular, [by] the presence/absence of pulsing during the closure » p.417). Le français attribuerait plus d'importance à la tenue consonantique, les occlusives seraient

pleinement relâchées, et accompagnées d'une explosion audible en position d'énoncé final (Delattre, 1951; Fisher-Jorgensen, 1972 ; Kohler, 1979).

Laeufer (1992 ; 1996a) postule aussi que le plus petit effet de voisement, sur la durée des voyelles, en français, peut être attribué à syllabe et à la règle d'assimilation régressive de voisement.

Klatt (1976) mentionne que les grandes différences conditionnées par le voisement ne sont trouvées qu'en position finale de phrase, et conclue que cet indice n'est important que dans cette position.

En revanche, Luce et Charles-Luce (1985) repèrent de larges différences de durées, relatives au voisement de la voyelle, allant jusqu'à 55 ms, selon les différentes positions de phrases, et les environnements variés dans lesquels la syllabe est insérée. Ils rapportent également que, dans 53% des cas, la durée de fermeture ne permet pas de distinguer les catégories de voisement.

Selon Kluender *et al.* (1988), les différences de longueurs des voyelles servent à augmenter la distinction de l'indice de durée de la tenue consonantique pour la distinction de voisement.

Crystal et House (1988 ; a, b), eux, ont montré que le voisement, relatif à la tenue consonantique, et les différences de durées de la voyelle précédente n'étaient remarquables que devant les pauses syntaxiques.

Le tableau ci-dessous propose un récapitulatif des positions des différents auteurs vus *supra* (Tableau 20).

Tableau 20 : VOT et durée comme indices de voisement, selon différents auteurs.

VOT comme indice de voisement de C	oui	Lisker & Abramson, 1964 ; 1967 ; Klatt, 1976
Durée de V et de la tenue de C comme indice de voisement de C dans VC	oui	Raphael, 1972 ; Suen & Beddoes, 1974 ; Kluender <i>et al.</i>, 1988
	Uniquement en position finale de syllabe	Klatt, 1976
	Oui, dans 53% des cas	Luce et Charles-Luce, 1985
	Uniquement devant les pauses syntaxiques	Crystal & House, 1988 ; a, b

Le voisement géré par l'ensemble du contexte

L'étude d'Abdelli-Beruh (2004) vise à saisir l'influence du contexte phonétique et de la position de la syllabe sur les corrélats acoustiques et sur les distinctions de voisement. Divers facteurs ont été étudiés, tels que le contexte phonétique, la vitesse d'élocution, le niveau de langue, la structure syntaxique des énoncés et les connaissances sémantiques du locuteur.

Pour son expérience, Abdelli-Beruh (2004) a enregistré 15 français parisiens âgés de 21 à 25 ans, sur des occurrences contenant les occlusives /p t k/ vs. /b d g/, en initial de mot et en final de mot, en contextes vocaliques /ɛ/ ou /ɔ/. L'étude compte 8 répétitions de chaque

contexte : contextes /pa_a/ et /pas_s/. Les durées ont été mesurées pour l'énoncé total, la fermeture (tenue consonantique), la voyelle, le VOT, le relâchement ou la fricative. Des analyses de variance (ANOVA) ont été menées sur 3 facteurs : le contexte (2 contextes), la position de la syllabe (2 positions) et la catégorie de voisement (2 catégories).

Les résultats ont révélé des durées plus importantes des voyelles en contexte intervocalique qu'en contexte de deux fricatives non voisées. Les durées vocaliques et les durées de tenue des occlusives, en positions syllabiques initiale et en finale, étaient affectées de façon similaire par le trait de voisement.

Dans tous les contextes observés, les voyelles précédant les occlusives sonores avaient des durées (à 75%) significativement plus longues que devant des occlusives non voisées. Les syllabes initiales /b d g/ étaient produites avec un temps significativement plus court que /p t k/ dans les deux contextes. Les occlusives /b d g/ avaient des fermetures (zone entre la dernière structure formantique de la première voyelle, VOT inclus) significativement plus courtes que leurs homologues /p t k/.

Lorsque le /s/ précédait une occlusive sonore, il était produit comme un [z]. Respectant la « règle » de l'assimilation régressive, il avait une durée plus courte que devant /p t k/, était précédé d'une voyelle plus longue et avait une fermeture plus courte. En revanche, si le /s/ suivait les occlusives non voisées, il n'y avait pas d'incidence sur le contexte adjacent, preuve que l'assimilation est, de manière prédominante, régressive en français.

La variabilité relative aux durées de voisement et de fermeture était plus grande en contexte vocalique. De plus, l'auteur a constaté que la distinction perceptive augmentait en contexte vocalique mais était atténuée en environnement sourd. En effet, la variation de nombreux corrélats acoustiques a également été constatée : lorsque la fricative non voisée précédait une occlusive voisée, la distinction de voisement était augmentée par l'assimilation de [s] en [z], tel que nous l'avons vu précédemment. Pour les occlusives suivies d'une fricative non voisée, le niveau de distinction était réduit par le dévoisement des tenues des occlusives /b d g/ et la diminution des fermetures des occlusives /p t k/. De plus, Abdelli-Beruh (2004) a noté une augmentation de la durée des voyelles précédant les occlusives /b d g/ dévoisées, et une diminution de la durée des voyelles devant /p t k/ (cf. Tableau 21). La combinaison de ces manœuvres contribue à l'assimilation complète, et donc à un changement phonétique notoire.

Il serait intéressant d'observer si, lorsque nos locuteurs pathologiques dévoisent les occlusives, ils allongent également les voyelles précédentes.

Les différences relatives au voisement étaient similaires en position initiale ou finale de syllabe ; la position semble donc ne pas affecter les distinctions de voisement. La position de la syllabe affecte les durées de fermeture et celles des voyelles précédentes, mais les durées du VOT et du relâchement ne sont pas affectées.

Tableau 21 : Comportement de /bdg/ devant /s/, selon Abdelli-Beruh (2004).

	Voisement	Durée de la voyelle précédente
C devant /s/	Dévoisement des fermetures de /bdg/	+ longue
	Diminution des fermetures de bdg	- longue

Les durées des voyelles devant /b d g/ requièrent une plus longue sustentation de l'activité musculaire (Raphael, 1975), devant raccourcir l'articulation de l'occlusive dans son voisinage. Lorsque les fermetures sont effectuées, l'accumulation de la pression dans la cavité orale est réduite, entraînant une diminution de la durée de l'aspiration du relâchement suivant.

Ainsi, l'étude de Abdelli-Beruh (2004) révèle la diversification de certains segments acoustiques selon le contexte, par rapport à la distinction de voisement des occlusives, à la covariation des traits acoustiques phonétiques sélectionnés et des gestes articulatoires fondamentaux sous jacents.

Il serait intéressant de vérifier ces résultats à différentes vitesses d'élocution afin de pouvoir évaluer la robustesse de ces données. .

Cette section révèle et souligne l'importance du contexte dans la production de la parole. En effet, la littérature apporte de précieuses indications quant aux variations directement engendrées par le contexte, surtout vocalique. Le fait que le locuteur use du contexte et de la durée des différents sons pour effectuer une distinction de voisement est à souligner. Cela confirme qu'un son, prononcé dans un corpus, ne peut être considéré isolément mais doit bien être analysé en fonction de son contexte. De plus, le rôle de la durée dans le contraste de voisement est également à remarquer, car elle permettrait de distinguer des phonèmes dans une langue où la durée n'est *a priori* pas un trait phonologiquement pertinent. Cela est particulièrement intéressant pour notre travail de recherche. Nous l'avons vu *supra*, les locuteurs porteurs de fente palatine auraient des segments d'une durée supérieure aux locuteurs sans troubles de la parole. Si la durée permet d'effectuer une distinction de voisement, ce paramètre serait-il le témoin d'un réajustement à leur perturbation qui les empêcherait de réaliser la distinction au niveau même de la consonne ? Nous tâcherons d'apporter un éclairage à cette interrogation (cf. Chapitre V).

III.1.3. Variation de la durée du VOT et du VTT

Intéressons nous tout d'abord plus particulièrement au VOT ; en effet, il s'agit d'un paramètre important, dont le timing est généralement affecté par certaines pathologies du langage. Nous tenterons en conséquence de voir si cet indice est atteint par les perturbations engendrées par la fente palatine. De ce fait, il est important de souligner l'importance et le rôle de ce paramètre dans la parole, et plus spécialement de sa durée.

Nous verrons, dans la section consacrée à la définition et aux propriétés du VOT, que celui-ci dépend de l'organisation des gestes de la parole, tels que les règles aérodynamiques, les mouvements des articulateurs, ou encore l'étendue du contact articulaire, et est fortement influencé par la vitesse d'élocution et le contexte vocalique. Le VOT sera donc un témoin important du bon contrôle de ces paramètres, notamment pour la description de la parole pathologique.

III.1.3.1. Le VOT et comparaison de productions d'adultes et d'enfants sains

De nombreux chercheurs ont mesuré la durée du VOT chez les enfants. En effet, les auteurs qui ont tenté de détecter des tendances développementales pour les consonnes sonores ont fréquemment vérifié leurs hypothèses en s'appuyant sur l'observation de la significativité des différences des moyennes et/ou des écarts types des VOT des enfants, par rapport à la « norme » représentée par les valeurs chez l'adulte. Ainsi, les données des recherches antérieures suggèrent que les valeurs du VOT des enfants ne sont pas forcément réparties « normalement ». En effet, de grosses différences sont observées, spécifiquement pour les occlusives sourdes aspirées, de telle façon que les valeurs significatives excèdent les médianes attendues.

Le travail de Koenig (2001) présente des analyses distributionnelles détaillées du VOT de [p] et de [t] chez 7 enfants âgés de 5 ans, et chez 14 adultes. Les résultats, obtenus à partir d'une analyse statistique (Shapiro-Wilk⁹, 1965) révèlent que l'absence d'une distribution normale est commune aux données des adultes et des enfants. Les enfants ont montré des tendances non significatives, mais cohérentes, de plus grandes valeurs que les adultes, et des moyennes des écarts types plus élevées. Les résultats suggèrent que les théories développementales sur le VOT ne doivent pas reposer uniquement sur des moyennes et des écarts types, mais doivent dresser des caractéristiques distributionnelles des données de façon plus complète.

De nombreux auteurs ont corrélé, dans leurs études, l'âge et les changements des valeurs du VOT, surtout chez les enfants apprenant l'anglais. Preston et Yeni-Komshian (1967), Preston et Yeni-Komshian, Stark et Port (1968) ont constaté que la majorité des productions des enfants âgés de 6 mois présentent des séquences voisées ; les non voisées n'apparaissant qu'à partir de 2 ans. Ce fait a été largement révisé, car même si le répertoire sonore reste encore limité à 6 mois, il tend à intégrer des segments sourds dès l'âge de 7-12 mois (Canault, 2007). Dans un premier temps, selon Macken et Barton (1980 a), les enfants présenteraient une distribution unimodale du VOT pour les sonores. Ensuite, une distribution bimodale se développerait, mais les moyennes des sourdes aspirées demeurent plus petites que celles des adultes. Enfin, certains enfants semblent atteindre des valeurs proches de celles des adultes, avec un VOT très long. Les auteurs trouvent des valeurs en moyenne plus importantes chez les enfants de 4 ans que chez les adultes, et considèrent cela comme une étape dans l'acquisition des sourdes aspirées de l'anglais.

⁹ Statistiques de Shapiro-Wilk : teste si un échantillon suit une loi normale ou non (hypothèse nulle : suit une loi normale, donc si la valeur de l'échantillon est inférieure à 0.01 ($p < 0.01$), l'échantillon ne suit pas une loi normale). Cela permet alors d'utiliser certains tests statistiques si la réponse est oui.

Les études réalisées sur les occlusives sourdes aspirées se rejoignent sur le fait que les enfants en âge scolaire ont des valeurs de VOT plus grandes et plus variables que les adultes mais la raison de ce phénomène fait encore débat.

Des recherches sur la parole spontanée chez les enfants, principalement focalisées sur les aspects prosodiques, ont révélé des valeurs extrêmes, ou très spécifiques, par rapport à la parole spontanée adulte. D'après les recherches faites sur la perception des enfants, le développement perceptif de ces derniers semble sensible aux propriétés du langage (de la langue) ambiante. En effet, l'environnement linguistique influencerait la perception (Boysson-Bardies, 1991). Hallé (1998) souligne le fait que les enfants français commencent, dès la période du pré-babillage, à adopter des intonations et des inflexions de voix typiques du français, qui s'accroissent encore dans la phase de babillage.

Dans une étude de 1999, Sundberg et Lacerda ont mesuré le VOT des productions spontanées d'enfants et de leur mère, en suédois. Ils ont découvert que la durée du VOT était significativement plus courte dans la parole des mères s'adressant à leur enfant, que lorsque ces mêmes locutrices s'adressent à des adultes, pour les consonnes voisées et non voisées. De plus, l'impact de l'accent était très clair chez les adultes et les enfants ; la durée du VOT était significativement plus longue en position accentuée, comparée à la position non accentuée.

Selon une approche fonctionnelle (Vihman, 1996), le développement du langage et de la parole proviennent de l'interaction entre trois facteurs : 1) les contraintes physiologiques perceptives et de production ; 2) les caractéristiques phonétiques de la langue ambiante ; 3) et les tendances particulières des intentions communicatives, de l'attention et de l'influence, comme force de conduite. Les différences observées entre les productions d'enfants et d'adultes sont en grande partie relatives aux traits prosodiques, comme par exemple les marques d'intonation exagérées, les énoncés plus courts, et les pauses plus longues (Stern *et al.*, 1983 ; Fernald & Simon, 1984 ; Fernald *et al.*, 1989). La modulation de telles propriétés prosodiques dans le signal de parole semble être incontestable pour les enfants qui ont montré une parole spontanée différente de celle des adultes, aux différentes étapes des cinq premières années de vie (Cooper & Aslin, 1990 ; Pegg *et al.*, 1992). Les aspects consonantiques associés aux distinctions linguistiques n'apparaissent pas dès le premier âge chez les enfants (Oviatt, 1980).

Dans la perspective des capacités de perception des changements développementaux dans la parole des enfants, l'influence des propriétés phonétiques de la langue ambiante devient évidente. Les résultats obtenus pour différents aspects vocaliques (Kuhl *et al.*, 1992 ; Werker & Polka, 1993) et consonantiques, suggèrent l'importance des contrastes phonémiques présents dans le système phonologique de la langue ambiante (Werker *et al.*, 1996). Le développement des discriminations consonantiques semble ainsi être influencé par la langue ambiante dès l'âge de 10-12 mois. Du milieu à la fin de la première année, les capacités discriminatoires de l'enfant semblent décroître, les contrastes liés à une langue non native leur posant alors problème, comme le montrent les résultats de Werker et Lalonde (1988), Best (1994), et Werker *et al.* (1981). De plus, la perception catégorielle est modifiée au cours de la première année de vie par la

stimulation linguistique ; la perception s'adapte alors aux oppositions phonémiques propres à la langue maternelle.

Ainsi, la perception, et donc l'acquisition de la parole serait directement liée au contexte linguistique de l'apprenant. Or, rappelons-le, dans de nombreuses langues, le VOT est un indice utile pour la catégorisation des consonnes occlusives (Lisker & Abramson, 1964 ; Fant, 1973) dans deux catégories phonémiques différentes (ou trois dans certaines langues ; non voisées, voisées non aspirées et voisées aspirées). Nous l'avons vu *supra*, cette distinction peut être signalée de façon complexe par de multiples indices en plus du VOT, tels que l'intensité du relâchement de l'explosion, ou la durée de la phase occlusive. Ces indices acoustiques sont étroitement liés les uns avec les autres, et cela de façon imperceptible dans le contexte phonétique et dans les différentes conditions de parole. Le changement de valeur d'une propriété peut transformer la valeur d'une autre propriété. Cette réalité, indispensable à toute production de parole, se vérifie d'autant plus dans les productions compensatoires des locuteurs pathologiques. Eimas (1971 ; 1977, 1991) prétend que ce mécanisme subtil est présent dans le système perceptif des adultes et des enfants. Celui-ci permet alors à l'auditeur de percevoir et de comprendre un énoncé dans son ensemble, même si chaque son n'est pas parfaitement produit.

Une étude de Malsheen (1980) rapporte une différence significative des valeurs du VOT entre les occlusives prévoicales non voisées et voisées, chez les enfants de 15-16 mois (et non pas chez ceux de 6-8 mois ou de 2-5 ans). Les valeurs de VOT pour ce groupe suggèrent une séparation claire entre les occlusives non voisées et voisées chez ces enfants. L'auteur note que le chevauchement initial était dû à une augmentation de la moyenne du VOT pour les consonnes non voisées. Une autre étude, de Baran *et al.* (1977), ne révèle aucune différence de valeur de durée du VOT entre le langage spontané des enfants (âgés de 12 mois) et des adultes (leur mère). Cependant, des différences sont apparues dans la production de répétitions d'énoncés. Les données ont révélé des valeurs de VOT plus courtes des occlusives non voisées produites en contexte de production de la parole avec l'enfant par rapport aux occlusives non voisées produites en contexte de production de la parole entre adultes. Les mères useraient, dans les conditions de communication avec leurs enfants, d'une parole comptant diverses modifications phonétiques, comme le montrent l'étude de Sundberg et Lacerda (1999) décrite ci-dessous.

Sundberg et Lacerda (1999) ont enregistré six mères suédoises interagissant avec leur enfant de 3 ans. Les analyses (ANOVA) ont été faites pour quatre facteurs : le lieu articulaire, la condition de production (parole directe avec un adulte ou avec un enfant), le mode articulaire de la consonne et le voisement. Les analyses ont montré des différences très significatives pour les quatre facteurs. Celles-ci révèlent un comportement très différent pour la parole de l'adulte interagissant directement avec l'enfant, incluant une prosodie exagérée (une intonation plus accentuée) et des aspects vocaliques changeants, par rapport à la parole de l'adulte en conversation directe avec un autre adulte. La parole de l'adulte s'adressant directement à l'enfant révèle également des valeurs de durée du VOT systématiquement plus courtes et une variabilité plus importante pour ces mêmes valeurs (*cf.* Tableau 22, *infra*).

Les différences significatives les plus grandes ont été relevées entre les valeurs de VOT des occlusives voisées et non voisées. Ces résultats sont en accord avec ceux de recherches antérieures dévoilant des VOT égaux ou inférieurs à 0, chez des locuteurs adultes (Lisker & Abramson, 1964, 1967 ; Fant, 1973). Les valeurs négatives de VOT peuvent résulter de pulsions glottales durant la fermeture de l'occlusive avant le relâchement supraglottique dans un contexte voisé, ou correspondant à un marqueur de voisement dans un énoncé qui comporte une consonne occlusive initiale.

En contexte de langage d'adulte, les occlusives non voisées et voisées se divisent en deux groupes bien distincts, tandis que dans le contexte de langage d'enfant, il y a une prolongation plus graduelle du VOT des voisées aux non voisées. Cela peut témoigner d'une distinction moins forte du trait de sonorité dans la parole de l'enfant. Notons que l'occlusive dentale non voisée [t], en suédois, montre des moyennes de VOT plus courtes que sa correspondante en anglais américain (Stoel-Gammon, 1994). De plus, les occlusives accentuées ont des durées de VOT significativement plus longues que les non-accentuées, résultat concordant avec les résultats de recherches antérieures (Lisker & Abramson, 1967 ; Fant, 1973 ; Krull, 1991). Les occlusives accentuées montrent également une plus grande variabilité temporelle que les non accentuées, surtout chez les locuteurs adultes. L'augmentation de la durée du VOT sous l'accent est remarquable surtout pour les occlusives non voisées, celles-ci étant plus sensibles à l'accentuation que les sonores, résultant en une augmentation substantielle du VOT, en plus d'une plus grande variabilité.

Les valeurs de durée du VOT diffèrent de façon significative en fonction du lieu d'articulation. En effet, ces valeurs augmentent systématiquement d'un lieu d'articulation bilabial à dental, et encore plus pour les vélares, en accord avec les résultats de Lisker et Abramson (1964) pour les adultes. Il en va de même des premières vocalisations des enfants (Macken, 1986). Les auteurs notent en revanche de nombreux chevauchements des valeurs, principalement pour les occlusives sonores du groupe adulte. Dans le groupe enfant, à l'inverse, ils constatent une augmentation graduelle du VOT à l'intérieur des catégories de sourdes et de sonores.

Outre le fait que le VOT soit un facteur majeur de distinction entre les occlusives non voisées et voisées, c'est également un indice important pour la discrimination et l'identification du lieu d'articulation pour les enfants (Eimas, 1974 ; Jusczyk, 1997) et les adultes (Kewley-Port, 1983). Il sera intéressant de vérifier si ce trait reste pertinent chez les locuteurs porteurs d'une fente palatine, et en fonction de l'âge également.

De plus, les mères ont des valeurs moyennes de VOT significativement plus élevées en position non accentuée en contexte de parole entre adultes qu'en contexte de parole avec l'enfant. En effet, les mères semblent user de stratégies différentes selon les conditions de langage. Aussi, les occlusives accentuées en condition d'interaction avec l'enfant montrent un modèle de VOT augmentant par paliers, tandis qu'en condition de communication entre adultes, les occlusives accentuées montrent une augmentation plus abrupte des valeurs de VOT, séparant clairement les non voisées des voisées. Cela rejoint l'observation faite précédemment entre parole adulte et parole enfant. Les bilabiales, par exemple, en contexte de langage entre adultes, par rapport au contexte d'interaction avec l'enfant, montrent une grande augmentation de la durée du VOT, liée

la non accentuation, mais l'augmentation en contexte de langage avec l'enfant est modérée. Pour les vélaires, l'augmentation du VOT est plus importante en contexte de parole avec des enfants, comparé à la condition de langage entre adultes, et montre une variabilité substantielle (cf. Tableau 22).

Le style de parole utilisé intuitivement par les mamans, ou le « motherese »* (désigne le langage modulé de la mère envers son enfant), de Kuhl (1987), en interaction avec leur enfant diffère « qualitativement » du style de langage utilisé entre adultes, différence reflétée par diverses modifications phonétiques. La marque typique du style de langage avec les enfants réside en une modification prosodique exagérée, avec une modulation de l'intonation et une prolongation de la durée de la voyelle. Cette façon de parler, naturellement employée par l'adulte s'adressant à un enfant, a pour effet de capter l'attention de ce dernier afin de l'amener à interagir. Le locuteur s'adapte donc à son environnement et aux auditeurs auxquels il s'adresse.

Tableau 22 : Variations de la durée du VOT selon Sundberg et Lacerda (1999).

Durée du VOT	longue	brève
Mère → adulte	+	-
Mère → enfant	-	+
enfant	+	-
Position accentuée	+	-
Position non accentuée	-	+

Nous avons pu constater dans cette section que le VOT est un trait important dans la distinction de la parole adulte/enfant. En effet, nous savons que la longueur du VOT est plus importante dans la parole des enfants, par rapport aux adultes. Notons le degré de variabilité, également plus grand chez les enfants, pour ce paramètre aussi (Koenig, 2001 ; Koenig *et al.*, 2003). Le VOT permet de plus de faire une distinction des occlusives sourde/sonore, sonore accentuée/sonore non accentuée.

Aussi, nous avons pu constater que la longueur du VOT diffère en fonction du lieu d'articulation de la consonne. L'étude de Sundberg *et al.* (1999) a mis en avant des stratégies de la parole utilisées par les mères s'adressant à leur enfant qui diffèrent des stratégies de parole en contexte de parole entre adultes. Dans cette étude, le VOT, entre autres paramètres, a permis de révéler ces différences.

Il s'agit d'un paramètre primordial en production de la parole, dans la mesure où il dépend de l'organisation des gestes de la parole. Le VOT est donc un témoin important du bon contrôle de ces gestes, notamment pour la description de la parole pathologique, comme cela pourra être observé plus loin.

III.1.3.2. Le VOT chez les enfants âgés de 2 ans

Nous avons comparé les productions d'adultes et d'enfants, dans la section précédente, intéressons nous à présent au VOT dans les productions d'enfants de 2 ans, âge auquel l'enfant commence à former des phrases chargées sémantiquement.

L'enfant, au cours de l'acquisition de la parole, doit s'approprier le timing des gestes de la parole. En effet, les différences de timing sont importantes pour maintenir la distinction entre deux phonèmes. Nous avons vu, par exemple, que le VOT est considéré comme indice majeur de distinction entre occlusive sourde et sonore.

Tel que nous l'avons signalé précédemment, les effets d'une consonne voisée sur la longueur de la voyelle précédente ont été bien étudiés. Dans la plupart des langues, la différence de longueur de voyelle est associée au voisement de la consonne finale. Rappelons que les différences de longueur des voyelles varient considérablement dans le langage des adultes, et cela doit être considéré comme un trait distinctif selon les langues (Keating, 1984). House (1961) note la grande robustesse de cette différence en anglais ; une voyelle située devant une consonne sourde est à moitié plus courte que devant une consonne voisée.

Stoel-Gammon et Buder (1999) ont étudié le timing chez des enfants âgés de 2 ans ayant un développement normal de la parole, dans des formes monosyllabiques CVC. Pour ce faire, ils ont mesuré les durées extrinsèques et intrinsèques (la durée extrinsèque prend en compte le contexte de la voyelle tandis que la longueur intrinsèque des voyelles est associée aux différences de durée des voyelles produites dans un même contexte phonétique. Les différences de longueur des voyelles n'apparaissent chez l'enfant qu'à partir de l'âge de 30 mois (Stoel-Gammon *et al.*, 1995 ; Stoel-Gammon & Buder, 1998)) des voyelles hautes et antérieures, le voisement de la constrictive finale et le VOT de l'occlusive initiale du mot, chez 20 enfants américains.

Le voisement de la consonne finale dans des mots CVC avec des obstruantes finales se signale de deux façons ; par la longueur de la voyelle précédente et par l'étendue de voisement de la consonne finale. Les analyses acoustiques de Smith (1979) révélant que la moitié des obstruantes finales produites par ses locuteurs adultes étaient en partie ou complètement dévoisée, Stoel-Gammon et Buder (1999) s'attendaient, dans leur étude, à ce que les locuteurs de 2 ans dévoisent également les obstruantes en position finale de mot. Les résultats ont révélé des différences statistiquement fiables chez la moitié des enfants pour les durées extrinsèques des voyelles (sensible au contexte), mais moins de 15% des productions ont montré des différences statistiquement stables pour les durées intrinsèques des voyelles. 70% des enfants ont tendance à dévoiser les obstruantes voisées finales de mot, et 50% d'entre eux montrent des contrastes de VOT stables pour les occlusives en initial de mot.

Le VOT (dans ses différents paramètres) varie selon la place de l'accent, le lieu articulaire et l'aperture de la voyelle suivante. La distinction de voisement des occlusives

initiales est souvent neutralisée dans les productions des enfants de moins de 2 ans, avec une majorité d'occlusives produites comme des sourdes non aspirées. La distinction du VOT dans les consonnes initiales commence à émerger à l'âge de 24 mois (Macken & Barton, 1980 b).

Pour l'analyse des durées des voyelles, Stoel-Gammon (1999) a mesuré le début de la voyelle, au relâchement de l'énergie vocalique et la fin de la voyelle, à la fermeture orale, évidente au niveau acoustique. Le voisement de la dernière consonne était déterminé par une inspection visuelle du signal, du spectrogramme et de l'écoute répétée des productions. Le VOT a été analysé de la même façon. Quasiment 90% des occlusives initiales étaient précédées de voyelles hautes antérieures. Les mesures de durée du VOT tendaient à être plus longues que celles rapportées par les productions d'enfants énonçant des mots avec des voyelles distribuées de façon plus régulière en terme de hauteur de la voyelle. Les voyelles étaient plus longues devant une consonne voisée, avec des valeurs comprises entre 131ms pour les voyelles faibles précédant des constrictives sourdes, et 550ms pour des voyelles fortes précédant des constrictives sonores. Les performances des enfants ont montré un pourcentage de variation énorme. Cela rejoint les résultats antérieurs relatifs la durée plus longue des segments de la parole chez l'enfant.

Les auteurs s'attendaient à ce que les VOT soient produits correctement, et que les éventuels problèmes n'apparaissent que pour les consonnes sourdes. Les données ont montré qu'environ la moitié des enfants présentant des vitesses peu précises adhéraient au modèle attendu. En revanche, les auteurs s'attendaient à une plus grande justesse dans la réalisation des occlusives sonores or les écarts apparaissaient également dans les productions de la vélaire [g] précédant le [i], une séquence qui a en général un VOT excédant les moyennes attendues.

Chez Stoel-Gammon (1999), la longueur intrinsèque des voyelles et le contraste du VOT sont des traits stables chez la moitié des enfants. Cependant, la relation entre ces traits n'est pas claire ; la présence de l'un n'implique pas forcément la présence de l'autre.

III.1.3.3. Le VOT chez les locuteurs pathologiques

Le VOT est un trait important dans la parole, surtout en français, langue dans laquelle il est phonologiquement pertinent. En effet, nous avons vu que sa durée permet de distinguer le trait de voisement. Pour le réaliser correctement, le locuteur doit avoir un bon timing oro-laryngé, c'est-à-dire qu'il doit coordonner correctement les mouvements des articulateurs aux différents niveaux du conduit vocal. C'est pourquoi, le plus souvent, il est difficile pour les locuteurs pathologiques de réaliser correctement ce trait.

III.1.3.3.1. Le VOT chez les sujets bègues

Précisons que cette section est empruntée à la thèse de Hirsch (2007), qui a lui-même vérifié le fait que le VOT a une durée plus importante chez les locuteurs bègues, par rapport à des locuteurs sains.

Un grand nombre d'études a été réalisé sur le délai d'établissement du voisement chez les locuteurs bègues (Agnello, 1975 ; Adams & Heyden, 1976 ; Starkweather, Hirschman & Tannenbaum, 1976 ; Prosek *et al.*, 1987 ; Alfonso *et al.*, 1991).

Adams (1984) résume plusieurs de ces travaux en décrivant un V.O.T. plus long dans des séquences fluentes prononcées par des locuteurs bègues. De plus, les résultats obtenus dans plusieurs études (Adams & Hayden, 1976 ; Cross & Luper, 1979 ; Cross *et al.*, 1979 ; Watson & Alfonso, 1982 ; 1983) ont montré que les personnes bègues avaient plus de difficultés que les non bègues à coordonner l'activité respiratoire et l'activité laryngée nécessaires à un début et / ou à une fin de voisement rapide.

L'étude de l'activité laryngée durant le début et la fin du voisement est facilitée par l'utilisation d'un paradigme de « temps de réaction ». Watson et Alfonso (1987) en parlent en termes de « *Laryngeal Reaction Time* », c'est-à-dire le temps de réaction laryngée. Autrement dit, il s'agit de mesurer le temps écoulé entre le moment où le locuteur reçoit le stimulus lui indiquant qu'il doit produire un son voisé et le moment où il produit effectivement. Certaines études, comme Watson et Alfonso (1987), montrent un temps de réaction plus long pour les personnes bègues.

III.1.3.3.2. Le VOT chez les sujets parkinsoniens

Les études portant sur la dysarthrie parkinsonienne ont montré l'existence d'anormalités dans la position des structures laryngées en corrélation avec des dysfonctionnement du voisement (Hanson *et al.*, 1984, cité dans la thèse de Locco, 2005), entraînant un dysfonctionnement au niveau du contrôle et de la coordination entre les événements laryngés et supralaryngés.

De plus, une grande partie des parkinsoniens produisent une voix qualifiée d'hypophone (Ho *et al.*, 1999). La voix a alors une intensité très faible, et une pression intra-pulmonaire réduite, entraînant une baisse de la pression intra-orale.

Ces locuteurs, à cause de multiples facteurs, ont de grandes difficultés à produire un VOT comparable aux productions d'un locuteur sain. Le plus souvent, les occlusives sont transformées en constrictives, avec une absence totale de VOT. Il arrive également que les occlusives voisées soient dévoisées et inversement. Aussi, l'affaiblissement des occlusives peut se traduire par une perte de traits tels que l'explosion et l'occlusion (Duez, 1995). Bien que les contrastes de durée intrinsèque des consonnes soient maintenus dans la parole parkinsonienne (Duez, 2006), les consonnes [b] et [d] présentent un VOT plus long, et la consonne [g] un VOT plus court, dans la parole parkinsonienne par rapport à la parole normale (Duez, 2007).

III.1.3.3.3. Le VOT chez les sujets porteurs de fentes palatines

Kent et Forner (1980), surtout, ont observé les durées chez les locuteurs porteurs de fente palatine et ont observé l'augmentation de la durée du VOT chez ces locuteurs ; cette étude est détaillée en 4.1.

Une pression intra-orale importante est nécessaire pour la réalisation des sons comportant un VOT, tels que les occlusives, et cela pose problème aux locuteurs porteurs d'une fente palatine. Ainsi, l'insuffisance vélaire, empêchant une fermeture correcte du port vélo-pharyngal, entraînerait une modification du fondamental laryngé, à cause d'un agrandissement du résonateur avec une déperdition d'énergie dans les fosses nasales et de mécanismes articulatoires de substitution.

Nous avons pu voir dans cette section l'importance du VOT, et son rôle, tant au niveau phonétique (acoustique et articulatoire) que phonologique, et ce quel que soit l'âge du locuteur. En effet, le VOT est un indice de voisement consonantique qui va permettre à l'auditeur de distinguer un son sourd d'un son sonore, mais c'est aussi un paramètre qui évolue en fonction de l'âge du locuteur ; le VOT a une durée plus longue et des valeurs plus variables lorsque l'enfant est plus jeune. Cela est en rapport avec les fonctions aérodynamiques, qui sont développées dans le chapitre II.

Ces faits, nettement établis en parole non pathologique, nous offre une base d'observation de la parole pathologique. En effet, nous avons vu qu'il s'agit d'un paramètre qui est souvent mal réalisé par les locuteurs pathologiques (parkinsonniens, bègues, porteurs de fente palatine).

III.1.3.3.4. Le VOT chez les sujets chez des enfants ayant des problèmes d'audition

Ryalls et Larouche (1992) ont cherché à voir s'il existait des différences entre dix enfants ayant une audition normale et dix enfants du même âge, mais ayant des problèmes d'audition plus ou moins importants. Ceux-ci ont été enregistrés produisant un corpus de 18 syllabes basiques, /pi/ /pa/ /pu/ /bi/ /ba/ /bu/ /ti/ /ta/ /tu/ /di/ /da/ /du/ /ki/ /ka/ /ku/ /gi/ /ga/ /gu/, répétées cinq fois. Les syllabes ont ensuite été numérisées, puis les auteurs ont mesuré la durée totale, le VOT de la consonne initiale, la fréquence fondamentale (Fo) au milieu de la voyelle et les fréquences de formants (F1, F2, F3), également mesurées au milieu de la voyelle. Des comparaisons statistiques ont conduit à une moyenne des valeurs pour chaque syllabe, et des écarts types.

Bien qu'il y ait des différences numériques entre les deux groupes d'enfants ayant une audition normale ou non, seules un petit nombre d'entre elles étaient significativement différentes. Il semble donc que l'enfant produise correctement les sons, lorsqu'il en est capable. Malgré d'éventuels problèmes d'audition, il parvient à prendre en compte les différents paramètres important dans la parole.

Observons à présent le paramètre de VTT, moins souvent étudié, mais fortement corrélé aux autres mesures et qui sera également observé chez nos locuteurs pathologiques.

III.1.4. Durée du VTT

Selon Sock et Benoit (1986), les voyelles hautes présentent un VTT significativement plus important que les basses. Ils constatent également que la tenue et le VTT ont une corrélation négative ; plus la tenue est longue, plus le VTT sera court. Cela peut expliquer nos valeurs de VOT chez nos patients pathologiques, qui est plus long lorsqu'il y a absence de silence dans les sourdes.

Suomi (1980) a étudié le VTT en anglais. Cette recherche a pu montrer que le voisement persiste en moyenne 10 ms au début de la fermeture de la consonne. Tout comme pour le V.O.T., il semblerait que le lieu d'articulation ait un effet sur la fin du voisement.

Ainsi, les plus grandes durées de voisement sont constatées lorsque le lieu d'articulation recule. Cela s'explique par le fait que si le voisement est considéré comme le résultat d'un équilibre de pression transglottique, il finit plus rapidement si l'occlusion orale se fait vers l'arrière de la cavité orale que vers les lèvres. L'auteur suggère donc que la fin du voisement est une indication du début du geste d'abduction glottique. Parallèlement, Keating (1984) a observé que les intervalles de voisement les plus longs, pendant la phase médiane des consonnes sourdes, sont liés à l'antériorité du lieu d'articulation. Pour l'auteur, cela est dû aux différences de l'aire du conduit situé derrière le lieu d'articulation et à l'effet produit sur la vibration des cordes vocales. Autrement dit, plus l'aire est importante, plus le voisement peut être maintenu longtemps.

Quant à Docherty (1992), il pense que le lieu d'articulation n'a pas d'action significative sur la durée du voisement dans la partie médiane des consonnes sourdes et sonores, même si l'auteur a remarqué une légère tendance chez ses sujets à produire un voisement dans la partie médiane moins long pour les consonnes labiales, ce qui va à l'encontre de Keating (1984).

En ce qui concerne le délai de fin de voisement chez les sujets bègues, il n'a donné lieu qu'à peu de travaux. Cependant, Agnello (1975) avait observé que ce paramètre était généralement plus élevé pour les personnes atteintes de ce trouble.

Pour résumer, le V.T.T. aurait un lien étroit avec le mouvement d'abduction des cordes vocales et avec le niveau de la pression d'air subglottique. D'après certaines études, ce paramètre varierait selon le lieu d'articulation de la consonne et de la voyelle.

III.1.5. Conséquences de la fente sur la durée

Cette section présente les conséquences directes de la fente palatine sur la durée segmentale. Les recherches menées sur ce sujet comparent généralement des productions de sujets sains aux productions pathologiques, afin d'observer plus précisément les différences.

III.1.5.1. Fentes et durées des segments de la parole

Nous l'avons vu précédemment, les durées des segments de la parole sont des indicateurs de la capacité à coordonner les gestes de la parole. Pour cette raison, de nombreux chercheurs se sont basés sur les valeurs de ce paramètre pour observer l'acquisition de la parole chez les enfants sains, et pathologiques.

Kieffer (1965) a procédé à des comparaisons de durées segmentales entre des locuteurs sains et des locuteurs porteurs de fente palatine, au moyen de la cinéradiographie. Elle a noté que Flück, le locuteur pathologique, prononçait les sons avec davantage de « fermeté articulatoire » et avait un débit moyen plus lent que le sujet sain. Kieffer a proposé un inventaire des différences de durées existantes entre les deux locuteurs, synthétisées dans le tableau ci-dessous (Tableau 23).

Tableau 23 : Différences de durées entre le locuteur pathologique et le locuteur sain, selon Kieffer (1965) (données cinéradiographiques).

son	Locuteur sain	Locuteur pathologique
[p]	= (8cs)	=
[b]	plus court (2cs)	Plus long (4cs)
[m]	(4cs)	plus long 6cs
[t]	= (8cs)	=
[d]	6cs	moins long 2cs
[n]	4cs	plus long 8cs
[k]	= (8cs)	=
[g]	6cs	plus long 8cs
[f]	durée équivalente chez les deux locuteurs, mais 6 images de constrictives pour le sujet sain (6 cs) et 2 images de constrictives + 4 d'occlusives chez F. (6cs)	
[v]	6cs	plus long 10+4cs
[s]	8cs	plus long 2+10
[z]	6cs	plus long 12 cs
[ʃ]	10cs	plus long 20cs d'occlusion
[j]	8cs	plus long 16cs

Forner (1983) a utilisé les spectrogrammes pour mesurer les durées d'énoncés produits par des enfants de 5/6 ans avec et sans fente palatine congénitale. L'étude a été réalisée sur douze sujets ayant une fente palatine (7 unilatérales, dont 4 complètes et 3 incomplètes et 5 bilatérales, dont 4 complètes et 1 incomplète), opérés entre 7 et 26 mois. Tous ont répété 5 fois des séquences CVC, comprenant les sons [p t k f tʃ et s], non chargées sémantiquement.

Les sujets présentaient des degrés variables d'hypernasalité et d'intelligibilité. Les segments des groupes contrôles étaient significativement plus longs que ceux produits par les enfants sans troubles de la parole en contexte de phrase contenant un seul mot, ou en phrase nasale. Les durées des syllabes et de la phrase totale étaient prolongées, et les silences des consonnes occlusives et affriquées étaient les segments acoustiques individuels les plus déviants.

Les sujets ayant le plus d'hypernasalité et une intelligibilité réduite étaient ceux qui avaient un VOT significativement plus long que les sujets présentant moins de perturbations dans la parole. Ainsi, ces résultats confirment que les propriétés temporelles du signal de parole, et plus

précisément du VOT, reflètent les interactions des composants du mécanisme nécessaire permettant d'accéder aux conditions segmentales et suprasegmentales requises pour une parole intelligible.

De nombreux chercheurs ont émis l'hypothèse que les gestes articulatoires utilisés comme compensation à l'insuffisance vélopharyngale (Brooks *et al.*, 1965 ; 1966 ; Warren & Ryan, 1967) ou les déviations structurelles et neuromusculaires (Dickson, Grant, Sicher, Dubral & Paltan, 1974-1975) peuvent altérer les caractéristiques temporelles normales. La période d'âge vers 5/6 ans est importante pour l'acquisition de certains traits temporels. A cet âge, le VOT des occlusives sourdes et sonores est surtout bimodal. Ainsi, la portée du VOT pour la distinction de voisement, et ses valeurs, commencent à ressembler à celles des adultes (Preston *et al.*, 1967 ; Port & Preston, 1972 ; Kent, 1976). Des évidences perceptives ont montré que les enfants atteints de fentes palatines ont des difficultés à distinguer les consonnes voisées des non voisées (Spiesterbach *et al.*, 1956 ; Spriesterbach *et al.* 1961), suggérant des déviations dans le développement du VOT. De plus, les segments produits par les enfants sans fentes palatines s'ajustent à la longueur des énoncés et aux aspects phonétiques du contexte durant cette période d'âge (Hawkins, 1973 ; Disimoni, 1974 a, b, c ; Tingley & Allen, 1975 ; Smith, 1978).

Les effets de l'insuffisance vélopharyngale sur le développement de ces propriétés acoustiques temporelles n'avaient pas été étudiés lors de ces recherches, or les aspects temporels de la parole des enfants doivent être étudiés dans la mesure où le timing contribue à la production articulatoire. En effet, les erreurs d'articulation qui perdurent chez les adultes et les adolescents ayant une fente palatine peuvent être dues, en partie, aux perturbations du timing (McWilliams, 1958 ; Counihan, 1960 ; Van Demark & Van Demark, 1970). De nombreuses recherches ont montré que les enfants porteurs de fente palatine présentent davantage d'erreurs articulatoires et une baisse de l'intelligibilité lorsque la complexité de l'énoncé augmente (Spriesterbach, 1956 ; Morris *et al.*, 1961). La nécessité de coarticuler certains sons rapidement peut être cause de rupture dans la coordination des mouvements de la parole.

Forner (1983) se pose les questions suivantes : la présence d'une fente palatine congénitale affecte-t-elle de façon défavorable le développement des durées des segments de la parole, et les durées des segments produits par les enfants sont-elles plus variables que la normale ? Les locuteurs ayant une fente palatine ont-ils des durées segmentales plus proches de la norme pour des mots isolés (par rapport à la parole spontanée) ? La présence de consonnes nasales dans l'environnement phonétique affecte-t-elle l'aspect temporel des segments cadre ? Et quel est l'effet de la gravité de l'hypernasalité ?

Pour Kent (1976), les deux aspects du timing de la parole qui reflètent le développement sensori-moteur sont la longueur des énoncés et leur variabilité.

Il est difficile de déterminer la cause de ces allongements. Ceux-là peuvent être dus à l'utilisation d'un trait déterminé (*cf.* Chapitre II., section 4, sur les articulations compensatoires), peut-être pour compenser l'atténuation du son. Une autre raison serait la suractivité du mécanisme de la parole. De telles utilisations anormales du mécanisme respiratoire peuvent engendrer une emphase accentuée sur tous les énoncés (monotonie prosodique). Des recherches

montrant l'étendue des anomalies anatomiques et musculaires chez les sujets ayant une fente palatine vont dans le sens de cette dernière hypothèse (Dickson *et al.*, 1974 ; 1975). Ainsi, des problèmes structurels, tels qu'un vélum trop court par exemple, peuvent empêcher la production normale d'un segment. Il est probable que l'utilisation de facteurs relatifs à la compensation, d'une utilisation « anormale » du mécanisme, ou l'incapacité d'atteindre les traits cibles conduisent aux désordres observés au niveau phonémique et phonétique.

L'étude de Forner (1983) se base uniquement sur les énoncés complets de groupes de syllabes rythmiques, la vitesse d'élocution étant plus naturelle pour ce type de productions. Si la fermeture vélaire n'est pas suffisante et ne parvient pas à alterner les sons oraux et nasaux de façon assez rapide, il en résulte une augmentation du couplage oro-nasal. Il y aura alors une réduction de l'intensité générale, et une baisse de la distinction perceptive des sons individuels (Curtis, 1968 ; Bernthal & Beukelman, 1977). Les locuteurs peuvent compenser le manque d'intensité en augmentant l'effort respiratoire.

Dans une étude aérodynamique antérieure, Warren et Mackler (1968) émettent l'hypothèse que les locuteurs ayant une insuffisance vélo-pharyngale prolongent les segments produits afin d'apporter davantage d'indices acoustiques à l'auditeur. Cette hypothèse peut être valable dans la mesure où le segment total est prolongé, comme les syllabes individuelles. Il est intéressant de noter que des locuteurs ayant une fente palatine, mais ne présentant pas d'insuffisance vélo-pharyngale, rallongent également les segments nasaux. La présence de tels troubles dans un mécanisme sans trouble peut être le reste d'un modèle établi au préalable, dans le but d'atteindre les compétences vélo-pharyngales. Des problèmes similaires existent chez des adultes ; l'allongement des segments est quelquefois résistant au changement suite à une fermeture vélo-pharyngale (Rolnick & Hoops, 1971 ; Tarlow, 1974).

Une autre raison possible à l'augmentation de la durée des segments nasaux s'étend au delà du degré de couplage oro-nasal, à la synchronie des mouvements de constriction orales et vélares (Kent *et al.*, 1974). Rolnick et Hoops. (1971) remarquent que les mouvements vélares en parole sont plus lents chez les sujets ayant une fente palatine, par rapport aux sujets sans fente. Cela est souvent lié au fait que le vélum n'est pas suffisamment musclé chez ces locuteurs (nous donnons davantage de précisions sur cette anomalie liée au problème musculaire dans le chapitre II., section 1., consacré à l'anatomie). Comme nous l'avons énoncé plus tôt, les données des enfants sans trouble de la parole et des adultes montrent que l'accent contribue à l'augmentation de longueur des segments (Lehiste, 1970 ; Klatt, 1975 ; Smith, 1978 ; Kent & Forner, 1980). Tarlow (1974) montre également que les locuteurs ayant une insuffisance vélo-pharyngale produisent des segments d'une durée inhabituellement plus longue en environnement accentué. La longueur des syllabes peut aussi être allongée par le stress, facteur suprasegmental.

Warren et Mackler (1968) notent également des différences significatives des silences acoustiques des sons occlusifs et affriqués chez les sujets opérés d'une fente palatine et les sujets de contrôle, lors de la production de transition dans des segments CV. En effet, le groupe de locuteurs pathologiques présente des durées plus longues de ces silences, lorsque ceux-ci sont

réalisés. Plusieurs recherches sur les productions de transitions CV chez des locuteurs ayant des insuffisances vélopharyngales montrent également des phases initiales de productions consonantiques anormalement longues (Warren & Mackler, 1968 ; Tarlow, 1974). Les sujets dont la pression intra-orale est amoindrie par la fuite d'air nasale vont prendre une période de temps plus longue pour accumuler la pression nécessaire au relâchement d'une plosive ou d'une affriquée. Bien que tous les sujets pathologiques présentent, dans l'étude de Forner (1983), des valeurs attendues au niveau de la durée de fermeture pour quelques aspects, les sujets ayant une hypernasalité modérée ou sévère, et une intelligibilité réduite, affichent des prolongations additionnelles des segments de VOT. Des différences se retrouvent à tous les niveaux. L'ajout d'un couplage oro-nasal, à un degré substantiel, semble impliquer une coordination de fermeture oro-laryngale pauvre. L'augmentation de la durée du VOT pourrait être une forme de compensation perceptive pour amortir l'énergie bruitée du son, comme pour d'autres segments (Warren & Mackler, 1968). D'autres formes de compensations telles que la postériorisation des gestes articulatoires peuvent altérer les interactions aérodynamiques labiales, linguales, vélares, et les fermetures laryngales.

Les résultats d'une recherche cinéradiographique sur le contrôle vélaire (Kent *et al.*, 1974) indiquent que le but de la fermeture vélaire est atteint, voire inversé, lorsque la constriction orale, pour les nasales, est réalisée sur des séquences Voyelle-Consonne nasale chez des sujets non pathologiques. Ainsi, l'élévation du vélum est synchronisée avec la constriction orale pour les consonnes nasales. Bien que les analyses acoustiques ne définissent pas les mouvements physiologiques sous-jacents, les segments d'une durée plus longue, dans l'étude de Forner (1983), suggèrent un certain retard dans les transitions vélares du groupe pathologique. Ainsi, la trajectoire des mouvements serait également perturbée, à travers les commandes neuro-motrices des muscles. Normalement, le système de contrôle neuro-moteur organise les commandes de nombreux articulateurs simultanément, afin que les mouvements de la parole apparaissent dans un modèle hautement synchronisé (Kent *et al.*, 1974). Des perturbations physiques congénitales peuvent affecter le développement du contrôle neuro-moteur de la parole. Ainsi, l'enfant qui arrive à produire de la parole avec un mécanisme perturbé pourrait développer des stratégies neurales inattendues pour le contrôle des gestes de la parole. Des analyses de données, réalisées selon une hiérarchie du contrôle moteur de la parole, révèlent que les enfants ayant une fente palatine ont apparemment des défaillances à tous les niveaux du système de la parole. Il est difficile de savoir où commence le problème dans la mesure où chaque niveau est construit sur le suivant. En effet, il est possible que l'enfant porteur de fente palatine ait développé des traits phonétiques et phonémiques différents de la « norme », entraînant la musculature de la parole à se comporter dans un but unique, mais déviant d'un ensemble de commandes habituellement observé. Des modèles répétés de segments rallongés ont été observés relativement à des mesures spécifiques, aux contextes, et au niveau suprasegmental, révélant un système déviant.

Ainsi, il semble évident que l'organisation du système de la parole est tout à fait différente chez les locuteurs pathologiques, comparée à celle des locuteurs sains. En effet, étant dans l'obligation d'obvier à diverses *perturbations* liées à fente, ils *réajustent* le système dans son ensemble.

Ces adaptations entraînent de grosses modifications, tel que nous avons pu nous en rendre compte dans la section consacrée aux productions compensatoires (II. 4.).

III.1.5.2. Fentes et conséquences aérodynamiques pour la durée de la parole

Les sections précédentes soulignent les modifications de la durée de la parole liées à l'ensemble du système, et aux déviations articulatoires, et relate les aspects et l'importance des fonctions aérodynamiques dans la parole.

Soulignons à présent les conséquences du dysfonctionnement de ces fonctions sur la durée de la parole. Cette section se concentre sur les aspects aérodynamiques de la parole, d'abord chez l'adulte, puis chez l'enfant.

III.1.5.2.1. Fentes et conséquences aérodynamiques dans la parole de l'adulte

Warren *et al.* (1993) ont examiné le flux d'air nasal chez des groupes de patients ayant différents degrés d'insuffisance vélopharyngale. Ils ont noté une augmentation progressive de la durée du flux d'air nasal avec l'augmentation de l'insuffisance vélopharyngale, et ont suggéré que ce phénomène reflétait une compensation impliquant le système respiratoire. Les auteurs rapportent que les patients atteints d'hypernasalité, avec une fonction vélopharyngale normale, produisaient certains segments aérodynamiques avec une durée significativement plus longue que les patients ayant une fente palatine avec une résonance et une fonction vélopharyngale normales. Les segments ont une durée également significativement plus longue que les sujets de contrôle.

Les segments qui permettent de différencier les locuteurs incluent la durée du flux d'air nasal, la période entre le début du flux d'air nasal jusqu'au pic de pression orale, la période entre le début et la fin du flux d'air nasal et la période entre le début de la pression orale et le pic de la pression. Sur la base de ces résultats, Warren *et al.* (1993) suggèrent qu'un retard d'environ 50 ms, lors de la réalisation de la fermeture, serait associé à l'hypernasalité du patient.

Bien que Leeper *et al.* (1998) rapportent une tendance de la durée à se raccourcir avec l'augmentation de l'âge, ils indiquent que les enfants sans troubles de la parole ont des productions similaires à celles des adultes étudiés par Warren *et al.* (1985). Notons qu'il y avait peu d'enfants dans cette étude. Ainsi, les adultes ayant un degré certain d'insuffisance nasale allongeraient la durée des segments de la parole. Ils auraient donc une vitesse d'élocution plus lente, rejoignant les valeurs de durée des enfants sains.

Zajac et Hackett (2002), partent du principe qu'il doit y avoir une différence relative à l'aspect temporel entre les enfants et les adultes au niveau de l'aérodynamique vélopharyngale durant la production de la parole. Il a été rapporté par exemple que le flux nasal anticipatoire (Thompson & Hixon, 1979), le pic de pression d'air oral (Netsell *et al.*, 1994 ; Zajac, 2000), et le pic de flux d'air nasal (Zajac, 2000) étaient différents entre les locuteurs adultes et enfants. De plus, une étude acoustique sur la croissance du corps humain a indiqué des différences dans la durée des segments de la parole entre adultes et enfants (Smith *et al.*, 1996). L'hypothèse de

Warren *et al.* (1993) a été confirmée ; la durée de cinq, des six segments étudiés, augmentait en fonction de l'augmentation de l'âge. Trois des segments étaient également associés à une différence de sexe du locuteur ; les femmes montrent des segments plus longs que ceux des hommes (cela peut être expliqué par le fait que ces derniers ont des plis vocaux plus longs et plus épais, et une cavité buccale plus large, Titze, 1994).

Le tableau récapitulatif ci-dessous montre clairement que les locuteurs adultes présentant des insuffisances vélopharyngales rejoignent, au niveau des valeurs de durées des segments de la parole, les valeurs des enfants sans trouble de la parole (Tableau 24). Ces enfants ont des segments plus longs que les adultes sans trouble de la parole car, rappelons-le, la durée diminue avec l'augmentation de l'âge des locuteurs, jusqu'à l'âge adulte.

Tableau 24 : Durée des segments de la parole selon le type de locuteur en fonction des auteurs cités *supra*.

	Locuteurs sains			Locuteurs avec insuffisances vélopharyngales	
	Adultes		Enfants	Adultes	Enfants
	Hommes	femmes			
Durée des segments	-	+	++	++	+++

Mani *et al.* (2010) ont mené une étude sur des adultes porteur d'une fente labio-palatine unilatérale dans le but d'évaluer la fonction nasale, chez ces patients, suite à une ou deux fermetures chirurgicales du palais. Ils ont mesuré la zone nasale minimum (en cm²), ainsi que le volume, la résistance de l'air (Pa s / cm³) et le pic de flux d'air lors d'une inspiration (L/min). Ces mesures ont révélé des résultats moindres pour tous les paramètres du côté de la fente chez les locuteurs.

Ces études offrent de précieux renseignements quant à l'impact de la fente sur la fonction aérodynamique chez les adultes porteurs de fente palatine. Cette fonction étant primordiale pour un bon fonctionnement de la parole, ces données permettent d'expliquer, en partie, les complications liées à la fente pour la production de la parole.

III.1.5.2.2. Fentes et conséquences aérodynamiques chez l'enfant

Nous l'avons vu précédemment ; Kent et Forner (1980) ont montré que les enfants âgés de 4 ans présentent des segments de parole d'une durée plus importante et comportant davantage de variation par rapport aux adultes et aux enfants âgés de 6 à 12 ans.

Les résultats de cette étude ont eu des implications pratiques relatives à la gestion des décisions pour les enfants ayant une fonction neuromotrice normale, ainsi que pour les fentes palatines opérées et les dysfonctionnements vélopharyngaux marginaux. En effet, de tels cas présentent des décisions difficiles quant à la prise en charge de la fente palatine, car les patients

montrent des symptômes perceptifs typiques, consistant à modérer légèrement les émissions d'air nasal et l'hypernasalité, mais n'ont recours à aucune articulation compensatoire choquante.

Chez les enfants qui présentent des segments plus longs, davantage d'air a le temps de s'échapper ; les conséquences perceptives des fuites d'air nasal ou de l'hypernasalité sont alors plus remarquables que chez les enfants plus grands, ou chez les adultes. Des facteurs physiologiques (tels que, par exemple, la croissance relative de la pression subglottale et la durée plus longue des voyelles) peuvent également exacerber la perception de l'hypernasalité chez les jeunes enfants.

Les critères de pression du flux d'air peuvent être développés pour guider les décisions de traitement des patients ayant un palais fendu opéré et qui présentent un dysfonctionnement des activités vélopharyngales. Si la fermeture vélopharyngale est jugée satisfaisante (c'est-à-dire inférieure à 5mm²) et que les paramètres de timing correspondent à l'âge, l'équipe médicale décidera d'observer l'évolution du mécanisme de la parole. En revanche, si la fermeture vélopharyngale est satisfaisante et que les paramètres de timing dépassent l'âge limite, alors l'option de gestion comportementale (rééducation orthophonique) pourra être adéquate. Cette recommandation se base sur le fait que la première opération ne permet pas l'optimisation des possibilités de mouvements, comme le reflètent les paramètres du timing. Enfin, si la fermeture vélopharyngale est trop juste (de 5 à 10 mm²) et que les paramètres du timing dépassent l'âge limite, il sera approprié d'avoir une gestion comportementale et une nouvelle opération, suivant l'importance des symptômes perceptifs.

Zajac et Hackett (2002) notent que, suivant leurs résultats et ceux de Warren *et al.* (1989 a et b), ils ne devraient pas trouver de modèle de timing normal, lorsque les locuteurs montrent une fermeture vélopharyngale trop juste.

Les enfants disposent de diverses stratégies. L'une implique, par exemple, une pression continue positive de la voie respiratoire sur le passage nasal, comme décrit par Kuehn (1991), et use de l'augmentation de l'effort vocal, comme décrit par McHenry (1997). En théorie, les deux stratégies peuvent promouvoir l'augmentation des déplacements et la célérité des articulateurs.

Les caractéristiques perceptives de la parole peuvent être influencées par la durée des mots ou des segments. En effet, Jones *et al.* (1990) signalent que, lorsque la durée des productions des mots était expérimentalement réduite, la parole de quatre des dix enfants porteurs d'une fente palatine qui montraient une nasalisation inégale en parole continue était alors perçue comme étant moins nasalisée. De même, Dotevall *et al.* (2001) rapportent que les enfants porteurs d'une fente palatine, et situés assez haut dans un classement clinique d'hypernasalité et de fuites nasales audibles, tendent à avoir de plus grandes durées d'écoulement d'air, durant la phase de fermeture vélopharyngale des segments de plosives nasales, que les enfants qui étaient situés plus bas dans le classement. Les résultats seraient donc directement liés à la sévérité de la fente.

Nous venons de voir dans cette section que la durée du flux d'air nasal pouvait augmenter avec l'augmentation de l'insuffisance vélopharyngale, chez les adultes et chez les enfants. Ainsi, ce phénomène pourrait être le reflet d'une compensation impliquant le système respiratoire. Il

apparaît clairement que les durées augmentent, pour ce paramètre également, chez les locuteurs pathologiques, par rapport aux locuteurs sains.

III.1.6. L'aspect perceptif des productions d'enfants atteints de fente palatine

Du point de vue perceptif, il semblerait que les auditeurs soient capables de distinguer les occlusives middorso-palatales des occlusives vélares et alvéolaires, mais ils ne peuvent les identifier qu'à condition d'être entraînés à l'écoute de ces sons (Santelmann *et al.*, 1999). En effet, les locuteurs sont souvent aptes à identifier deux sons existant comme phonèmes dans leur propre langue, mais ne parviennent pas à différencier deux sons qui auraient un sens opposé dans une autre langue (Tees & Werker, 1984 ; Best *et al.*, 1984 ; Best & Strange, 1992 ; Lively *et al.*, 1993). En d'autres termes, un locuteur *lambda* reconnaîtra uniquement, le plus souvent, les sons inhérents à son propre système linguistique. Il faut cependant noter que la méthode du test de perception de Santelmann *et al.* (1999), qui, ne laissant au locuteur que le choix entre le [t] et le [k], réduisait considérablement les chances que ceux-ci établissent une troisième catégorie incluant la middorso-palatale (correspondant à l'articulation compensatoire produite entre la vélaire et l'alvéolaire).

Nous savons qu'à cause de la fente palatine, il est difficile de développer la pression orale suffisante nécessaire à la production des consonnes telles que les occlusives. Les locuteurs ayant une fente palatine auront donc recours à diverses articulations compensatoires. Ainsi, tel que l'ont démontré Powers, (1962), Lawrence et Philips (1975), ou encore Trost (1981), de nombreuses stratégies compensatoires sont employées par les locuteurs pour remédier à leurs problèmes, bloquant l'air déjà au niveau glottal, ou même pharyngal. Ces articulations compensatoires permettent au locuteur de créer une pression pour les sons consonantiques, en dehors de la cavité buccale. Ces déviances articulatoires amènent de multiples réalisations d'un même son, qui n'est pas toujours intelligible. Nous développons ce point dans le Chapitre II., section 4.

Le plus souvent, les productions des locuteurs atteints de fente palatine seront reconnues, mais dans la majorité des cas, l'auditeur s'aide du contexte afin de percevoir les sons mal réalisés.

Nous avons le rôle de la durée, qui représente un paramètre très important dans la production de la parole. En effet, la durée et la variabilité de la parole sont témoins de la maturation et des compétences neuromotrices de la parole de l'enfant. Aussi, la durée, même dans une langue où elle n'est pas un trait phonologiquement pertinent, permet de distinguer des phonèmes porteurs de sens. De plus, nous avons pu constater que la durée d'un segment varie fortement en fonction de son contexte, lui-même pouvant influencer la perception d'un son. En effet, la durée de la voyelle précédant une occlusive peut influencer la perception du voisement de la consonne suivante. La durée est également soumise à une grande variabilité, directement liée au locuteur. Les valeurs de durée chez les enfants sains sont par exemple toujours plus longues et plus variables par rapports aux adultes sans troubles de la parole.

Malgré diverses tendances, aucune invariance ne peut être attribuée à ce paramètre ; nous avons pu voir en effet que celui-ci est « dépendant » d'un grand nombre de facteurs auxquels il s'adapte. La question restant à élucider concerne la corrélation entre durée et variabilité ; ces deux paramètres sont-ils en relation directe ? Et si oui, sont-ils parfaitement corrélés ? Il serait intéressant de répondre à ces questions afin de vérifier si, dans le cas des locuteurs porteurs de fente palatine, l'un des deux paramètres a influencé l'autre ou si chacun est totalement indépendant. Nous traiterons cette question dans le Chapitre V, lors de notre analyse de la durée chez nos locuteurs.

Cette section relate les différences de durées distinguant les locuteurs sans troubles de la parole des locuteurs porteurs de fente palatine. En effet, nous retiendrons des recherches menées sur ce sujet que les valeurs de durée des segments de la parole sont toujours plus longues et plus variables chez les locuteurs pathologiques. Les auteurs proposent de multiples explications à ce phénomène ; nous avons pu voir par exemple que celui-ci peut être associé autant aux déviations articulatoires liées à la fente qu'aux problèmes d'insuffisances vélares. Ainsi, ce résultat peut émaner de divers facteurs ; cela serait une nouvelle preuve de l'unité du système de production de la parole et de l'importance d'un bon fonctionnement des différents composants de ce système.

La variabilité, dans toutes ses dimensions, est plus forte chez les enfants et les locuteurs pathologiques.

III.2. L'Equation du locus

L'équation du locus a été utilisée dans de nombreuses recherches, à des fins différentes. En effet, nous allons voir dans cette section que l'équation du locus peut être employée tant comme indice de lieu d'articulation que comme mesure du degré de coarticulation entre une consonne et la voyelle suivante. Nous constaterons également que les avis divergent quant à l'usage et l'efficacité de cette méthode.

III.2.0 Définition et généralités relatives à l'équation du locus

L'équation du locus permet d'observer la transition de F2. Elle représente des régressions linéaires dérivées de la relation entre le début acoustique du deuxième formant de différentes voyelles et la partie stable de F2 pour la même voyelle. Cette équation est la suivante :

$$\text{Début acoustique de F2} = m \times \text{milieu de F2} + b$$

Où m et b sont respectivement la pente et l'ordonnée à l'origine de la fonction de l'intersection-y.

La droite d'équation du locus varie selon le lieu d'articulation des consonnes et est interprétée comme un descripteur caractéristique du lieu d'articulation de ces dernières (Krull, 1988 ; Nearey & Shammas, 1987 ; Sussman *et al.*, 1997 ; Sussman *et al.*, 1993 ; Sussman *et al.*, 1991). Par ailleurs, et d'après certaines recherches, la droite reflète également le degré de coarticulation dans une séquence CV puisqu'une pente forte de 45° (ou égale à 1) indiquerait un degré de coarticulation maximal alors qu'une pente plate (ou égale à 0) équivaldrait à un degré minimal de coarticulation (Krull, 1988 ; Sussman *et al.*, 1993).

Au moment du relâchement consonantique, la configuration du conduit vocal reflèterait déjà le mouvement de la configuration cible de la voyelle suivante. Ainsi, le signal acoustique, au relâchement, diffère, en accord avec la voyelle-cible. Les différences de pentes seraient donc associées au degré de *résistance coarticulatoire* de la consonne par rapport à la voyelle suivante (Bladon & Al-Bamerni, 1976 ; Recasens, 1985, 1991 ; Fowler, 1994), la voyelle et la consonne étant en concurrence pour l'utilisation de la langue. Fowler suggère que toute condition qui peut augmenter ou diminuer la résistance coarticulatoire de la consonne peut changer la valeur de la pente de l'équation du locus.

Il ressort de la littérature que la pente est proche de 1 pour les occlusives labiales, tandis que les occlusives alvéolaires présentent un faible degré de coarticulation anticipatoire et une pente plus proche de 0, traduisant ainsi un chevauchement de gestes réduit.

Le concept de locus a d'abord été défini par Delattre (1955) comme « a place on the frequency scale at which a transition begins or to which it may be assumed to "point" » (p.769) ; autrement dit, il s'agit du locus indiquant à la fois le début d'une transition ainsi que sa cible, sur une échelle de fréquence. Cette fréquence devrait donc refléter le lieu d'articulation fixe de l'occlusive.

Dans cette optique, Stevens et House (1956) ont utilisé un conduit vocal analogique pour étudier le locus des consonnes ; d'après leur recherche également, le locus devrait refléter les corrélations acoustiques de la tenue articuloire complète.

Cependant ce point fait débat dans la littérature, et cela a été démontré par l'apparition de nombreuses études fondées sur ces équations mais qui n'aboutissent pas à des résultats similaires. En effet, Lehiste et Peterson (1961), de même que Öhman (1966), n'ont pas trouvé d'invariant dans les loci de F2 par rapport au lieu d'articulation de la consonne. Selon Öhman (1966) par exemple, les points du locus changent davantage en fonction de l'identité de la voyelle précédente.

Fant (1960) va encore plus loin dans la critique du concept de locus, qu'il trouve trop simpliste, et conclut que les modèles de transition de F2-F3 ne suffisent pas à refléter le lieu d'articulation.

Par la suite, Kewley-Port (1982) laisse entendre que les transitions F2 début – F2 milieu sont sensibles et inhérentes au contexte. De ce fait, il arrive à la conclusion que les valeurs de fréquence de F2 début ne suffisent pas à donner des invariants acoustiques signalant le lieu

d'articulation, dans la mesure où les consonnes se groupent différemment selon leur contexte vocalique.

D'autres travaux ont davantage recherché un invariant au niveau du relâchement consonantique. Ainsi, Stevens et Blumstein (1978) et Blumstein et Stevens (1979) ont analysé des spectres d'explosions pour trouver un modèle d'invariant acoustique du lieu d'articulation. D'après leur recherche, ces spectres permettraient de catégoriser le lieu d'articulation de l'occlusive initiale.

Lahiri *et al.* (1984) se sont également intéressés à la distribution de l'énergie entre le relâchement de l'explosion et le début de la voyelle. Ils concluent que le spectre dynamique change entre le relâchement de l'explosion et le début de la structure formantique. Signalons que la transition est importante dans la détermination de la perception du lieu d'articulation pour les occlusives.

Parallèlement à cela, certaines recherches ont commencé à parler d'invariants relatifs pour désigner le résultat des équations du locus. Ainsi, Lindblom (1963 a et b) a été le premier à utiliser des droites de régression dans ce sens (*cf.* Figure 10, ci-dessous). Dans son étude sur le suédois, il a pu constater que les pentes ont des équations de 0.69, 0.28 et 0.95 pour /b/, /d/ et /g/ respectivement ; par conséquent, la pente de la ligne de régression varierait en fonction du lieu d'articulation. En outre, Lindblom (1963) rend compte également de l'influence du contexte vocalique. En effet, pour les vélares, la distribution est plate pour les voyelles antérieures, alors qu'elle est plus raide dans le contexte de voyelles postérieures.

Toujours dans cette optique, Klatt (1979 ; 1987) prétend qu'il existe trois régressions différentes pour la vélaire /g/ : l'une pour les voyelles antérieures non arrondies, une deuxième pour les arrondies postérieures, et une dernière pour les non arrondies postérieures.

Krull (1988 ; 1989) montre qu'en position initiale, la pente de régression de l'équation du locus varie avec le lieu d'articulation ; l'équation du locus permettrait ainsi de quantifier l'étendue de la coarticulation CV.

Sussman (1989) suggère que la fonction d'équation du locus peut servir pour signaler le lieu d'articulation d'une occlusive, indépendamment du contexte vocalique.

L'équation du locus tel que proposé dans les Laboratoires Haskins (« virtual locus ») diffère de celle développée par Lindblom (1963 a et b). Chez Lindblom, le locus est concret : il s'agit d'un attribut fixe, d'un invariant acoustique pour la production de l'occlusive, indépendant de la voyelle suivante. A l'inverse, le locus original des Laboratoires Haskins est un point abstrait sur l'échelle des fréquences, puisqu'il est vu comme le point virtuel où débute la transition de F2.

Bien que l'équation du locus de Lindblom (1963 a et b), quantifiant la corrélation existante entre F2 début et F2 milieu dépendamment du contexte, diffère de celle de Delattre *et al.* (1955), ces dernières sont liées de façon inhérente. Si un point fixe du locus consonantique existe, dans le sens des Laboratoires Haskins, il peut correspondre au point d'intersection entre la ligne d'équation du locus et la pente $x=y$, reflétant l'égalité entre F2 début et F2 milieu.

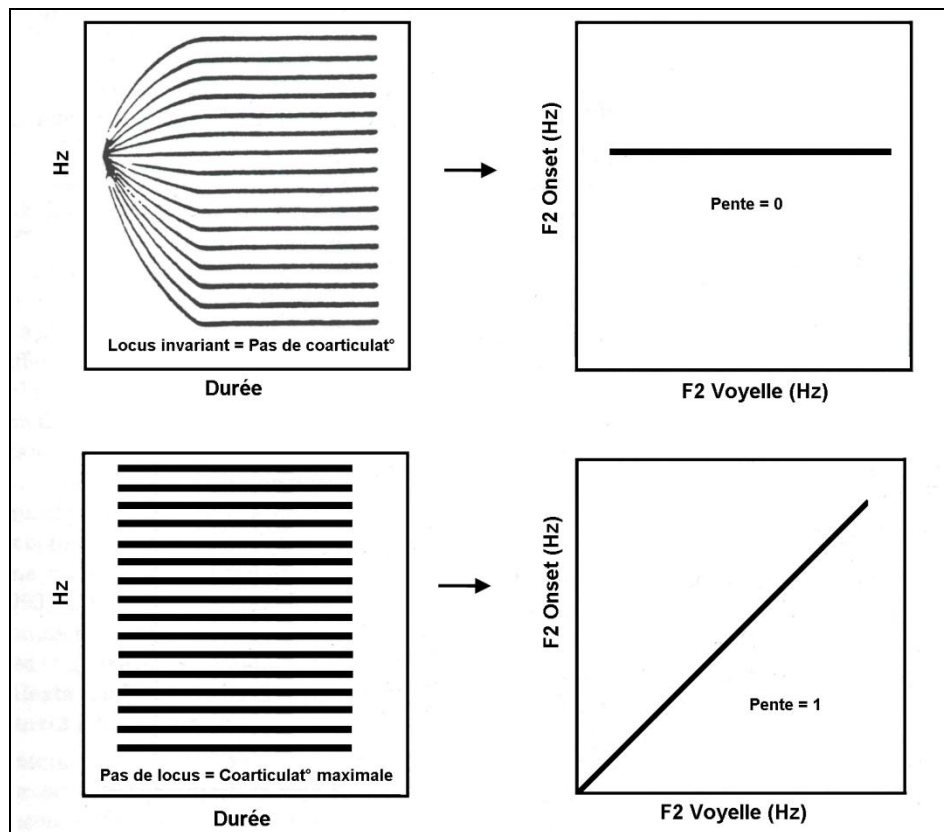


Figure 10 : Courbes hypothétiques de l'équation du locus. La partie supérieure de la figure montre des transitions F2 sans coarticulation entre la voyelle et la consonne ; la pente de l'équation du locus est alors égale à 0. La partie inférieure permet d'illustrer une coarticulation maximale entre la voyelle et la consonne suivante ; la pente est alors égale à 1. Adapté de Lindblom (1963).

III.2.1. L'équation du locus comme indice de lieu d'articulation

Comme nous l'avons mentionné plus haut, la fiabilité de l'équation du locus en tant qu'indice de lieu d'articulation a été très discutée. Nous rendons compte ici de quelques unes de ces discussions.

Sussman *et al.* (1985) supposent que le F2 au relâchement de la consonne et le F2 au milieu de la voyelle sont liés de façon linéaire, de telle façon qu'ils ont un rôle au niveau perceptif, étant donné que l'équation du locus permettrait de distinguer les différentes consonnes entre elles. Sussman *et al.* (1993) montrent, avec l'équation du locus, que chaque consonne occupe un lieu différent dans l'espace pente/intercept. L'équation du locus représenterait un invariant, non dans un énoncé particulier, mais plutôt dans des ensembles de syllabes consonne-voyelle, ayant la même consonne initiale. De ce fait, les pentes d'équation du locus représenteraient des invariants relationnels (Sussman *et al.*, 1991) davantage que des invariants absolus comme proposés par Stevens et Blumstein (1981).

Brancazio et Fowler (1998) ont voulu tester à quel point l'équation du locus serait le reflet de la production et de la perception des occlusives. Dans une première expérience, ils ont induit,

par des instructions données sur la configuration du conduit vocal, les locuteurs à changer systématiquement les paramètres des pentes et des intercepts de l'équation du locus. Leurs résultats montrent que les consonnes restent distinctes dans l'espace pente/intercept. En revanche, leur seconde expérience n'a pas permis d'aboutir à des éléments concluants d'un point de vue perceptif.

Fowler (1994) a démontré que des consonnes ayant des modes articulatoires différents, mais un lieu d'articulation identique, donnent des pentes d'équation du locus systématiquement différentes. Ainsi, une fricative comme le /z/ aura une pente plus plate par rapport à une occlusive ayant le même lieu d'articulation comme le /d/. La pente varierait donc selon la résistance de la consonne. Fowler (1994) avance que l'équation du locus ne serait pas un invariant du lieu d'articulation ; il y aurait en effet une corrélation entre le lieu d'articulation et la pente.

La question de la stabilité des pentes des équations du locus comme descripteurs du lieu d'articulation des occlusives a été également posée par Molis *et al.* (1994) qui a voulu comparer les pentes des équations du locus dérivées d'un locuteur français, anglais américain et d'un suédois. Alors que ces derniers produisaient des séquences /pV/ *vs.* /bV/ dans les contextes vocaliques /i a u/, les auteurs ont constaté que le locuteur français présentait des pentes similaires pour les deux labiales dans les trois contextes vocaliques. Les occlusives labiales n'étant pas aspirées en français, la différence de pente avec les deux autres locuteurs (suédois et anglais) a été attribuée à l'aspiration.

Quant à l'étude de Modarresi *et al.* (2005), elle visait à mesurer la fiabilité de l'utilisation de la pente de l'équation du locus comme descripteur du lieu d'articulation dans des séquences CV, pour des occlusives aspirées sourdes et des occlusives sonores. En utilisant la méthode traditionnelle, les occlusives labiales et coronales sourdes ont des valeurs de pente plus basses que leurs correspondantes sonores, mais les vélaires ne montrent pas de différence de voisement. Notons que si le locus est mesuré en relevant la valeur de F2 début au plus près du relâchement de l'explosion de l'occlusive, alors la différence de pente liée au voisement est grandement diminuée. Les équations du locus fourniraient ainsi une quantification précise de la coarticulation. Le lieu d'articulation s'est révélé relativement stable sous diverses conditions expérimentales imposées, comme par exemple sous l'effet d'un bite block (Sussman *et al.*, 1995), ou en faisant varier soit la catégorie (Sussman *et al.*, 1996) soit le style de langage (Sussman *et al.*, 1998a). Bien que les données de l'équation du locus aient contribué à la théorisation de la variabilité du lieu d'articulation de l'occlusive, les conclusions résultant de ces travaux ont entraîné des recherches visant à tester la validité de ces mêmes conclusions. Ainsi, des recherches ont été menées dans le but de vérifier si des paramètres autres que le lieu d'articulation, comme par exemple la taille du conduit vocal pouvait faire varier la pente de l'équation du locus (Molis *et al.*, 1994, Enstrand & Lindblom, 1997).

Equation du locus et productions allophoniques des vélares

D'un point de vue articulatoire, on sait que le lieu d'articulation d'une consonne est fortement influencé par l'environnement vocalique. C'est le cas pour les consonnes [k] et [g] qui, d'après Sussman (1999) notamment, peuvent être caractérisées phonétiquement par deux allophones : 1) un /k/ ou un /g/ palatal, lorsqu'il est produit en contexte de voyelle antérieure, et 2) un /k/ ou un /g/ vélaire, lorsqu'il est produit en contexte de voyelle postérieure.

Le lieu d'articulation de l'occlusion dans la production des occlusives vélares [k] et [g] montre une variation importante, qui dépend du lieu d'articulation postérieur/antérieur de la voyelle suivante. Rappelons que la transition de F2 est un indice perceptif crucial pour décrire le lieu d'articulation (Lieberman *et al.*, 1967 ; Lieberman & Mattingly, 1985 ; Kewley-Port, 1982 ; 1983).

Sussman (1999) a ainsi étudié l'influence du contexte vocalique sur les consonnes [k] et [g]. Dix environnements vocaliques différents (cinq antérieurs, quatre postérieurs et un central, le schwa) ont été proposés. Les résultats de cette recherche, exposés sur des graphiques mettant en corrélation les valeurs de F2 début/ F2 milieu, ont montré des amas de points bien distincts, selon que la vélaire était suivie d'une voyelle antérieure (pente horizontale) ou d'une voyelle postérieure (pente raide). Sussman (1999) confirme ainsi que le lieu de l'occlusion des vélares est soumis à une plus grande variabilité : lorsque celles-ci sont suivies d'une voyelle postérieure, elles conservent leur nature vélaire alors qu'un contexte de voyelles antérieures a tendance à palataliser la consonne.

Des groupes allophoniques distincts sont souvent observés en contexte vocalique postérieur ou antérieur, avec des équations du locus dérivant d'occlusives labiales et alvéolaires. Cependant, contrairement aux vélares, les deux groupes de coordonnées de F2début/F2milieu suivent la même ligne de régression. Les deux groupes allophoniques ont des réalisations acoustiques différentes pour les occlusives vélares mais, au niveau perceptif, seule une vélaire est reconnue. De ce fait, contrairement aux occlusives labiales ou alvéolaires, une démarche supplémentaire doit être effectuée par le locuteur afin de lier les deux sous-groupes, hétérogènes (Fowler, 1994 ; Brancazio & Fowler, 1998).

La distribution bimodale des occlusives vélares apparaît comme un trait linguistique universel. En plus de l'anglais, Sussman (1999) a analysé, dans d'autres études utilisant l'équation du locus, l'arabe du Caire, le perse et l'Urdu. Le but était de montrer que la distribution bimodale des occlusives vélares peut être un exemple de comportement articulatoire agissant au service de la représentation auditive.

Cette hypothèse dépend fortement du rapport isomorphique* entre les espaces acoustique auditif et neural, qui se transforment en préservant systématiquement les éléments relationnels essentiels du signal entrant.

Pour la production des labiales, F2 début varie de façon extensive comme une fonction directe de chaque voyelle coarticulé (Sussman *et al.*, 1991). A l'inverse, les occlusives [d] et [t] sont caractérisées, universellement, comme montrant des effets coarticulatoires minimaux par rapport à la voyelle suivante. En effet, les équations du locus ont fortement montré que les syllabes /dV/ et /tV/ ont les pentes de régressions les plus plates de toutes les occlusives, indiquant une résistance maximum aux effets coarticulatoires de la voyelle suivante (Sussman *et al.*, 1998 b). Le lieu de l'occlusion pour ces deux consonnes ne change donc pas selon l'identité de la voyelle suivante. La question se pose alors de savoir pourquoi [g] et [k] présentent une distribution bimodale tandis que les alvéolaires sont si peu influencées par le contexte vocalique ? Les deux phénomènes phonétiques sont dépendants l'un de l'autre. Si le geste phonétique unique pour les deux occlusives vélaires et alvéolaires évoluent pour satisfaire une contrainte auditive, alors l'évolution conjointe de la production et de la perception vers un schéma contrastif plus avantageux pour les catégories de sons du langage devient évidente (Suga *et al.*, 1983).

III.2.2. L'équation du locus comme indice du degré de coarticulation C-V

En parallèle des recherches sur le lieu d'articulation des consonnes, l'équation du locus a surtout été employée comme indice de degré de coarticulation. Nous allons voir dans cette section, la façon dont les auteurs ont procédé ; nous verrons ainsi que diverses méthodes ont été discutées.

III.2.2.1. L'équation du locus en parole spontanée

Les fréquences formantiques varient en fonction de la coarticulation anticipatoire avec la voyelle suivante (Fant, 1973 ; Lehiste & Peterson, 1961). Il a été notamment démontré que la différence de formant entre le locus initial (F2 début) et la cible (F2 milieu) dépend de la durée de la voyelle suivante (Lindblom, 1963 a et b ; Lindblom & Moon, 1988, Engstrand & Krull, 1988 ; 1989) : plus la voyelle est de courte durée, moins la différence entre F2 début et F2 milieu est grande, ce qui correspondrait à un phénomène d'undershoot pour reprendre la terminologie de Lindblom.

Comme cela vient d'être mentionné, le critère de la prononciation, qui peut être plus ou moins nette (hypo ou hyperspeech), a des répercussions sur l'équation du locus. En effet, l'étude de Lindblom et Lindgren (1985) montre que la différence de transition entre F2 début et F2 milieu est plus importante dans une parole sur-articulée que dans une parole neutre. Lindblom et Moon (1988), ainsi que Moon et Lindblom (1989) ont démontré qu'il existe moins de chevauchement en production de parole clairement articulée. Ils en concluent qu'une parole articulée ne serait pas une parole neutre avec un meilleur rapport du signal au bruit, mais impliquerait une réorganisation des gestes phonétique, ce qui peut être mis en lien avec certaines études articulatoires (Vaxelaire, 1993 par exemple).

D'autres facteurs entrent en compte dans le mouvement de transition des formants tels que la présence ou l'absence d'un accent lexical ou encore la position dans le mot (Nord, 1986), l'accent de phrase (Engstrand, 1988) ainsi que des facteurs sémantico-pragmatiques (Engstrand & Krull, 1989).

Dans l'étude de Krull (1989 b), F2 a été mesuré en langage spontané chez cinq locuteurs, dans cinq mots isolés. Les résultats ont montré que la différence de fréquence des formants entre la frontière CV et le milieu de la voyelle est plus petite en parole spontanée. Différentes raisons sont possibles selon les auteurs : la coarticulation C-V et le phénomène de centralisation. En outre, il semblerait que le F2 milieu soit plus important pour les voyelles en parole spontanée et que, pour un lieu d'articulation donné, il y aurait une fréquence-cible vers laquelle la voyelle tend en parole spontanée.

En outre, Krull (1989 b) a mesuré le locus au tout début de la structure formantique de la voyelle (et non pas au moment du relâchement). Elle a utilisé uniquement des occlusives sonores, afin d'éviter des VOT plus longs car, dans ce cas, le formant au début de la voyelle pourrait être loin de la fréquence du locus. En accord avec les résultats antérieurs, (Lindblom, 1963 a et b ; Klatt, 1979 ; Lindblom & Lacerda, 1985), la pente des droites de régression change selon le lieu d'articulation des consonnes : la pente est plus plate pour les dentales, et plus raide pour les labiales. La pente est généralement plus raide en parole spontanée, ce qui peut être interprété comme une indication d'une plus grande coarticulation, ou d'un undershoot plus important. Krull note également une plus grande dispersion des points en parole spontanée.

Notons que des résultats similaires ont été trouvés par Duez pour le français (1989). En effet, Duez (1989) note une pente beaucoup plus raide en *parole spontanée* qu'en *mots lus* (0.72 et 0.68 pour les dentales, 0.90 et 0.84 pour les labiales vs. 0.58 et 0.49 pour les dentales et 0.86 et 0.80 pour les labiales en liste de mots).

Elle observe également une grande variabilité interlocuteur, pouvant être affectée à la *différence de vitesse d'élocution*, qui change avec le style et les locuteurs (Duez, 1988). La vitesse d'élocution semble en effet avoir des conséquences importantes sur la durée de la voyelle : une accélération du débit entraîne une réduction de la durée de la voyelle et davantage d'« undershoot » (Lindblom, 1963 a et b). Les résultats trouvés par Duez (1989) pour le français sont en accord avec ceux de Krull (1987 ; 1989 a et b) pour le suédois. Cependant, la différence de fréquence entre le locus et la cible, entre la parole spontanée et les mots lus, reste plus importante en suédois qu'en français. Il semblerait donc qu'il y ait davantage d'assimilations contextuelles en français qu'en suédois. Ainsi, l'assimilation contextuelle peut être influencée par des modèles phonétiques, sémantiques et rythmiques de la langue.

III.2.2.2. Coarticulation anticipatoire dans des séquences C-V

Fowler (1994) a exploré ainsi les informations pouvant être apportées par les équations du locus relatives au lieu d'articulation. En effet, l'équation du locus serait en mesure de quantifier directement le degré de chevauchement coarticulatoire, la résistance coarticulatoire, et la corrélation entre la coarticulation et le lieu d'articulation des différents sons. Dans son étude, Fowler (1994) a voulu vérifier si la résistance coarticulatoire variait en fonction des propriétés consonantiques autres que le lieu d'articulation (comme par exemple le mode articulaire). Etant donné que cette recherche a confirmé le fait que l'équation du locus ne reflétait pas avec précision le lieu d'articulation, Fowler a conclu que les informations apportées par le locus étaient secondaires pour l'auditeur.

Cependant Fowler (2005) sera amené à nuancer ces conclusions quelques années plus tard (*cf.* section 2.3.).

La valeur de pente de l'équation du locus a été utilisée par Tabain et Butcher (1999) pour déterminer le degré de coarticulation anticipatoire d'une séquence C-V. Tabain et Butcher (1999) ont travaillé sur deux langues aborigènes australiennes : le yanyuwa et le yindjibarndi, qui comptent de nombreuses consonnes et de nombreux lieux d'articulation (7 et 6 lieux pour les deux langues respectivement). Comme pour les autres langues, ce sont les vélares et les bilabiales qui donnent les plus grandes valeurs de pente, soit un degré de coarticulation plus important. Les coronales présentent des valeurs de pente plus basses que les précédentes.

Sussman *et al.* (1997) ont exploité l'équation du locus pour observer les effets de la position des segments dans les syllabes sur la coarticulation entre consonne et voyelle. Leur étude a révélé un degré de coarticulation moins important en syllabe V-C qu'en syllabe C-V. En outre, une plus grande précision articulaire serait requise en syllabe C-V pour la reconnaissance auditive du mot.

Pour résumer, nous avons pu constater que la production de la consonne s'adapte au contexte vocalique, et l'ensemble des coarticulations possibles pour une consonne donnée dépend des contraintes de production. Ainsi, une vélaire aura, par exemple, une plus grande échelle de coarticulation qu'une apicale ou une laminaire.

III.2.2.3. La coarticulation à la lumière de l'électropalatogramme et de l'équation du locus

Tabain (1998a et b) a voulu utiliser l'équation du locus et l'électropalatographie (EPG) pour observer la coarticulation des consonnes orales et des voyelles en contexte CV. Tabain (1998b) a révélé que lorsque la valeur de l'équation du locus est prélevée à l'explosion de la consonne plutôt qu'au début de la voyelle, les résultats sont mieux corrélés avec ceux de l'EPG,

excepté pour les fricatives. Cela laisse penser que l'équation du locus délivrerait un certain nombre d'informations globales sur la résistance coarticulatoire.

Tabain (1998b) a voulu vérifier ces hypothèses à l'aide de l'électropalatographie. La technique de l'électropalatographie a été utilisée dans de nombreuses études sur la coarticulation impliquant différentes consonnes linguales (Farnetani, 1990 ; Hardcastle, 1991 ; Byrd, 1995). La mesure totale des contacts, quantifiant le nombre d'électrodes en contact avec n'importe quel point de la langue a été employé dans cette étude pour quantifier la variabilité dans les modèles de contact par rapport au contexte vocalique.

Pour une consonne qui n'est pas très résistante à la coarticulation, en contexte de voyelle de petite ouverture, comme le /i/, on observe davantage de contact que dans un contexte de voyelle de grande ouverture, comme le /a/. Le dos de la langue est plus haut dans le premier cas, résultant davantage de contacts bilatéraux entre la langue et le palais.

Par ailleurs, Tabain (1998b) a remarqué que lorsque les données étaient relevées au relâchement de l'explosion, la corrélation entre les résultats acoustiques et articulatoires était meilleure. De plus, l'auteure a constaté très peu de différence dans la variabilité de F2 début pour les fricatives. Les résultats des occlusives étaient plus logiques : le /t/ présentait le moins de variabilité, et le /k/ le plus de variabilité. Tabain (1998b) a également constaté dans son étude que les valeurs de r^2 (calcul lié à l'équation du locus, qui donne le degré de dispersion et de variabilité de l'ensemble des points par rapport à la droite d'équation du locus) étaient importantes pour les analyses d'équation du locus, mais très faibles pour l'EPG. Cela suggère une relation linéaire importante entre la consonne et la voyelle dans les données acoustiques, mais les données de l'EPG montrent que la voyelle contribue peu à la variabilité de la production de la consonne. Ces tendances se répètent dans les valeurs de pente, qui sont une mesure directe de la variation de la consonne en fonction du contexte vocalique.

Les seules exceptions sont le /t/ pour l'équation du locus et le /k/ pour l'EPG. Dans les données acoustiques, la valeur de pente la plus faible pour le /t/ reflète le locus le plus fixe pour cette consonne lorsqu'il est mesuré au relâchement de l'explosion. En contraste, /k/ a de grandes valeurs de pente, significatives pour tous les locuteurs, suggérant que son locus n'est pas fixe. Cela est dû, d'après Tabain (1998b), à la plus grande variabilité de production de cette consonne. Dans les données EPG, les grandes valeurs de pente de /k/ montrent que l'analyse de régression de l'ensemble des contacts s'améliore au niveau de la variabilité selon le contexte vocalique. La pente extrêmement basse pour /t/ et /H/, associée à des valeurs de r^2 faibles, suggère une très grande résistance coarticulatoire pour ces consonnes. Un phénomène d'« overshoot » de la cible reste possible, par lequel davantage de contact au milieu de la consonne aura lieu, en contexte de voyelle basse, qu'en contexte de voyelle haute.

En général, les valeurs de pente des fricatives sont très faibles. L'observation des valeurs de pente de l'équation du locus montre très peu de cohérence entre les valeurs des occlusives et des fricatives (selon les différents locuteurs). En effet, la corrélation générale entre les valeurs de pentes de l'équation du locus est de 0.98 pour les occlusives, mesurées au relâchement de l'explosion, et 0.10 pour les fricatives.

Tabain (1998b) a également noté très peu de corrélation entre les données EPG et l'équation du locus pour les fricatives sourdes en anglais, par rapport à la coarticulation. En revanche, elle a observé une très grande corrélation entre les données d'équation du locus et l'EPG pour les occlusives sourdes en anglais, à condition que F2 soit mesuré au relâchement de l'explosion plutôt qu'au début de la voyelle. Le bruit des fricatives peut obstruer les transitions formantiques dans la voyelle suivante. Le fait que l'analyse de l'équation du locus puisse inférer des différences coarticulatoires, relatives entre les consonnes, des différents articulateurs actifs, serait une explication possible aux faibles résultats des fricatives. Une autre interprétation possible serait que les distinctions coarticulatoires entre les consonnes ne seraient simplement pas codées dans le signal acoustique.

D'une façon générale, il semble que les fricatives et les alvéolaires sont assez résistantes à la coarticulation, tandis que la vélaire /k/ est la consonne qui montre le plus de coarticulation avec la voyelle suivante.

III.2.2.4. La coarticulation dans la perception et les effets de résistance coarticulatoire

En ce qui concerne l'équation du locus, F2 début serait une fonction positive par rapport à F2 milieu, et les pentes de /b/, /d/ et /g/ diffèrent dans leur ampleur. Les fonctions ont une pente positive car les locuteurs coarticulent et produisent des chevauchements dans la construction des séries Consonne–Voyelle (il y a en plus le phénomène d'anticipation ; la voyelle peut affecter le signal si celle-ci est articulée avant le relâchement de la consonne), le degré de la pente reflète l'étendue du chevauchement Consonne–Voyelle (Duez, 1992 ; Krull, 1989 ; Sussman *et al.*, 1993).

Plus le contact du dos de la langue est élevé, moins il y a d'influence des voyelles précédentes et suivantes sur la consonne. Plus généralement et intuitivement, les consonnes qui recrutent le même articulateur principal que la voyelle voisine ne permettent pas à la voyelle de tirer la langue très loin des caractéristiques de lieu d'articulation de la construction.

Une conclusion basée sur les considérations de la littérature (d b g) est que l'équation du locus reflète la résistance coarticulatoire, notion que nous allons développer dans cette section, plus ou moins directement. Cela suggère qu'une des raisons pour lesquelles l'équation du locus peut servir d'indice, mais pas d'indicateur, est que des variables autres que le lieu d'articulation affecte la résistance coarticulatoire. Ainsi [d/t/z/s] devraient avoir les mêmes valeurs d'équation du locus, car ils ont les mêmes lieux d'articulation.

Cependant, le mode articuloire va être associé à des résistances coarticulatoires différentes (Recasens, 1989). Pour les occlusives, il faut que l'air soit complètement bloqué, la constriction peut être faite avec plus de force que nécessaire sans conséquence acoustique manifeste.

Fowler (2005) montre que les mesures articulatoires et acoustiques, qui vérifient l'ampleur, et non l'étendue de la coarticulation anticipatoire d'une voyelle schwa accentuée, sont modulées par la résistance à la coarticulation. L'étude perceptive de Fowler (2005) révèle que les auditeurs identifient plus rapidement les voyelles accentuées.

Les locuteurs coarticulent les gestes vocaliques et consonantiques des mots. Cependant, ils modulent le degré de coarticulation afin que celui-ci n'interfère pas avec l'accomplissement du but gestuel.

Bladon et Al-Bamerni (1976), Recasens (1984 a, b ; 1985) ont utilisé le terme de « résistance coarticulatoire » pour référer à cette modulation. Une hypothèse était que la résistance coarticulatoire des consonnes s'étend sur les voyelles, dans la mesure où les deux types de production mettent le même articulateur à contribution (il s'agit souvent de la pointe de la langue), et se trouvent alors en conflit. Excepté le /g/, en anglais, les consonnes constrictives linguales résistent mieux à la coarticulation sur les voyelles que les consonnes non linguales, telles que le /b/ et le /v/ (Fowler & Brancazio, 2000). Les consonnes /b/ et /v/ sont moins résistantes car la langue n'est pas mise à contribution pour leur production. La vélaire /g/ ne ressemble à aucune autre consonne. Ne présentant pas de confusion possible, elle est donc soumise à une forte coarticulation. Ainsi, le lieu d'articulation change continuellement suivant les modifications de lieu de la constriction des voyelles coarticulées (Dembowski *et al.*, 1998).

Les auditeurs semblent sensibles à la coarticulation (Martin & Bunnell, 1981 ; 1982). Aussi, ils identifient les voyelles finales plus rapidement que la première voyelle. Ces résultats ont été retrouvés à plusieurs reprises (Whalen, 1984) et ont été étendus aux informations coarticulatoires sur les voyelles précédant les consonnes (Fowler, 1994). La coarticulation Voyelle-Voyelle a moins d'ampleur face à une consonne très résistante que face à une consonne de faible résistance (Recasens, 1984 a et b). Cela signifie que les informations acoustiques de la voyelle finale d'une séquence V-C-V présentes dans la voyelle initiale doivent être plus marquantes dans le contexte d'une consonne de faible résistance que dans celui d'une consonne de haute résistance.

Fowler et Brancazio (2000) ont utilisé un électromagnétomètre* pour observer les articulations chez deux locuteurs produisant des séquences schwa-CVs avec /bvg/ (non résistantes) et /ð d z j/ (résistantes) pour C et /a ʌ i/ pour V. Comme attendu, les deux locuteurs ont montré moins d'anticipation coarticulatoire face aux consonnes de haute résistance. La différence se retrouve dans l'ampleur de la coarticulation, mais pas dans son étendue. La résistance coarticulatoire n'empêche pas la coarticulation Voyelle-Voyelle, mais sévit aux environs de la consonne. Cela signifie que l'organisation de la coarticulation Voyelle-Voyelle n'a pas besoin d'être modulée selon la consonne. Le locuteur organiserait ainsi sa parole en fonction du degré de résistance du contexte consonantique.

L'étude de Fowler (2005) explore les implications de la résistance coarticulatoire à travers les mécanismes de production et la perception du langage. Le but de Fowler (2005) était d'étudier la perception de V-to-V, puis de comparer les résultats avec ceux de Fowler et Brancazio (2000).

Pour ce faire, elle a mené des expériences acoustiques et articulatoires, uniquement sur des consonnes sonores. Les consonnes /b v g/ ont bien été vérifiées comme consonne de faible résistance et les autres comme des consonnes de haute résistance. Les résultats permettent de distinguer 2 groupes d'influence différents : 1) pour le contexte de consonne de basse résistance /b v g/, qui montre une influence considérable par rapport à la position antérieure/postérieure et la hauteur des voyelles accentuées, et 2) une influence plus plate en contexte de consonne de haute résistance /d ð z/.

Les analyses de variances, avec V et C comme facteurs, montrent que les effets et interactions sont tous très significatifs. En effet, la résistance coarticulatoire de la consonne influe sur l'étendue temporelle de la coarticulation V-V. Les mesures acoustiques sont en accord avec les résultats articulatoires.

Les auteurs s'attendaient à ce que les formants F1 et F2 montrent des effets de coarticulation de la voyelle accentuée, mais sur une étendue qui serait modulée par la résistance coarticulatoire des consonnes intermédiaires. Cela a été vérifié pour F2 mais pas pour F1. Si F1 montre des effets significatifs de coarticulation, les effets ne sont pas plus petits en contexte de consonne de haute résistance qu'en contexte de faible résistance. Ainsi, les petits effets acoustiques de coarticulation pour le F1 des voyelles accentuées ne reflètent pas la variation de la résistance coarticulatoire de la consonne.

Les productions des locuteurs de Fowler et Brancazio (2000) et de Fowler (2005) montrent des effets de résistance coarticulatoire. Les deux mesures de la hauteur et de l'avancée de la langue montraient des différences plus importantes pour [i] et [ʌ] en contexte /b v/ qu'avec d'autres consonnes. Les locuteurs montrent clairement, à travers le /ə/, que la résistance coarticulatoire affecte l'ampleur, mais pas l'étendue de la coarticulation V-V. De plus, ils soulignent l'évidence de la coarticulation anticipatoire des voyelles accentuées à travers le /ə/, sans cesse modulé par la résistance coarticulatoire de la consonne. Lorsque la résistance coarticulatoire affecte l'ampleur de la coarticulation Voyelle–Voyelle, les auditeurs utilisent les informations disponibles dans l'étendue.

Le locuteur de la première expérience offre la preuve que la résistance coarticulatoire d'une consonne affecte l'ampleur de la coarticulation V-V à travers les consonnes.

Dans une seconde expérience, Fowler (2005) se demande comment les auditeurs peuvent utiliser les traces des informations coarticulatoires dans le /ə/, avec précision, pour les voyelles accentuées. Elle procède alors à une expérience perceptive, et constate que le facteur de résistance coarticulatoire est significatif, car le temps de réponse est plus bas en contexte de consonnes de haute résistance.

Il apparaît que les auditeurs sont plus perturbés lorsque le /ə/ fournit des informations trompeuses pour la voyelle à venir que lorsque les informations sont correctes. Les résultats sont robustes, car, dans les mesures de F1 ou F2, le /ə/ autorise davantage de coarticulation des voyelles accentuées en contexte consonantique de basse résistance qu'en contexte de haute résistance. L'expérience révèle une grande sensibilité de l'auditeur à l'égard de ce que fait le locuteur.

Comme les deux locuteurs de Fowler et Brancazio (2000), le locuteur de l'étude de Fowler (2005) montre néanmoins la preuve d'une coarticulation Voyelle-Voyelle du schwa en initial, même lorsque la consonne a une haute résistance coarticulatoire. Cela suggère que les locuteurs débudent la production de la voyelle en même temps, peut être, que certaines phases de la production de la consonne, ou précédant la production de la voyelle, sans tenir compte de la résistance coarticulatoire de la consonne.

Quoiqu'il en soit, l'articulation de la consonne interfère avec la production de la voyelle sur une étendue qui varie avec le degré de résistance coarticulatoire de la consonne. Dans ce cas, cela simplifie la tâche d'organisation de la production de la parole pour le locuteur.

Dans la seconde expérience, les auditeurs sont influencés par des informations manquantes dans le [ə] pour la voyelle accentuée suivante, particulièrement lorsque les consonnes sont les /v/ et /g/, de basse résistance, mais pas lorsqu'il s'agit du /b/, de basse résistance ou du /ð/ et /d/, de haute résistance.

III.2.2.5. L'équation du locus chez les enfants et les adultes

III.2.2.5.1. L'équation du locus pour l'analyse du développement de la coarticulation C-V chez les bébés

Lors de l'acquisition du langage, les enfants doivent apprendre à produire les combinaisons C-V constituant les syllabes et mots de leur langue maternelle. L'alternance rythmique des positions ouverte/fermée du conduit vocal, durant le babillage, crée une impression de séries régulières de syllabes C-V. Au début du babillage, vers 6-8 mois, les bébés ne produisent pas de segments indépendants (Oller, 1980 ; Stark, 1980), mais des entités « indifférenciées » (Nittrouer, 1993). Celles-ci sont perçues comme des phrases syllabiques constituées de sons, tels que les voyelles et les consonnes, variant de façon cyclique entre une position ouverte (pour la voyelle) ou fermée (pour la consonne) du conduit vocal (MacNeilage & Davis, 1990).

Cette cyclicité est attribuée à la simple oscillation de la mandibule avec des sons qui s'échappent de façon passive, par défaut, ou reposant sur des positions de la langue variant davantage dans la hauteur que dans les positions avant/arrière (Davis & MacNeilage, 1995).

Il est d'usage de penser que les consonnes et les voyelles émergent comme des entités indépendamment contrôlables au sein de la syllabe (Davis & Mc. Neilage, 1990, 1995, Goodell & Studdert-Kennedy, 1993 ; Menn, 1986 ; Nittrouer *et al.* 1989 ; Nittrouer *et al.*, 1996 ; Studdert-Kennedy, 1987 ; Vihman, 1996). Afin de rendre évident le fait que l'enfant perfectionne l'organisation articulatoire des entités de taille syllabique à des entités de taille segmentale, les études sur le sujet ont porté sur l'influence acoustique du contexte vocalique sur les propriétés spectrales de la consonne précédente.

Si le contrôle moteur intrasyllabique joue sur le développement phonologique, le chevauchement des gestes spatio-temporels pourrait diminuer lorsque l'enfant commence à

distinguer les gestes vocaliques des gestes consonantiques, et à les coordonner dans des modèles temporels typiques de la parole adulte.

Les effets coarticulatoires Consonne-Voyelle, réduits à un âge peu avancé (entre 3 et 7 ans), sont interprétés comme indiquant l'émergence d'une indépendance segmentale de la consonne et de la voyelle. Ainsi, les enfants les plus jeunes, n'ayant pas encore développé de contrôle de séparation des consonnes et des voyelles à l'intérieur de la syllabe, devraient avoir des influences acoustiques plus importantes de la voyelle sur la consonne précédente que les enfants plus âgés et les adultes.

La littérature abonde d'études relatant les effets acoustiques de la voyelle sur la consonne initiale de la syllabe en fonction de l'âge. Malheureusement les résultats sont contradictoires ; certaines études montrent que les enfants ont une coarticulation plus forte que les adultes (Nittrouer *et al.*, 1989 ; Nittrouer *et al.*, 1996 ; Repp, 1986 ; Siren & Wilcox, 1995), alors que d'autres montrent une coarticulation moindre (Hodge, 1990 ; Kent, 1983 ; Serano & Liberman, 1987) ; d'autres encore, laissent penser qu'ils auraient une coarticulation semblable (Katz *et al.*, 1991 ; Sereno *et al.*, 1987 ; Turnbaugh *et al.*, 1985).

Goodell & Studdert-Kennedy (1993) ont montré les différents degrés de coarticulation pour les trois consonnes [b, d, g]. Un enfant a été enregistré entre l'âge de 7 et 40 mois, toutes les semaines, pendant une heure, puis tous les mois à partir de 16 mois.

Sussman *et al.* (1999) ont fait une étude longitudinale sur une enfant de 4 à 40 mois, afin de voir quand et comment l'enfant établit le contrôle moteur nécessaire aux gestes responsables de l'occlusion de consonnes, et quand est-ce qu'il façonne le corps de la langue pour la formation d'une voyelle. Pour ce faire, ils ont eu recours à l'équation du locus afin de voir le degré de coarticulation C-V. A travers cette recherche, ils ont constaté que les productions consonne vélaire-voyelle suivent des modèles articulatoires différents chez cette enfant par rapport aux normes de coarticulation chez les locuteurs adultes.

L'étude de Sussman *et al.* (1999) a été réalisée selon la description de la procédure d'acquisition des mesures de F2 de Sussman *et al.* (1991 ; 1993).

Les analyses longitudinales de la pente ont révélé qu'entre 7 et 10 mois, les valeurs de pente pour /bV/ sont en dessous des valeurs de pente des adultes. Les pentes des consonnes labiales augmentent progressivement avec l'âge (0.54 ; 0.68 ; 0.82), puis se maintiennent à un niveau fixe (qui reste toutefois fluctuant), juste en dessous du niveau des valeurs relevées pour les adultes, sauf pour une période entre 34 et 36 mois, où les valeurs déclinent. Entre 37 et 40 mois, les valeurs de pentes pour les consonnes labiales restent fixes à 0.70, comme pour les adultes.

Le modèle développemental observé consiste en une augmentation initiale abrupte des effets articulatoires, commençant à la fin de la première année, et augmentant progressivement durant la production des premiers mots à l'âge de 2 ans, puis en une stabilité relative lors de la troisième année.

Pour les séquences /dv/, le modèle consiste en une baisse initiale abrupte des effets coarticulatoires pendant la première année, suivie d'une longue période où ils sont sous la norme adulte pendant la deuxième et la troisième année. A la fin de la première année, les ensembles

consonne alvéolaire+voyelle montrent déjà une courbe plus basse (superficielle) des trois occlusives.

Les vélares produisent les valeurs de pente les plus stables, par rapport à la norme des adultes : pour les séquences /bv/, les valeurs de pente augmentent du babillage aux mots, se dirigeant vers la norme adulte (0.85 pour les adultes) en parole naturelle. Pour les séquences /dv/, les pentes diminuent du babillage aux mots, tombant sous la moyenne des adultes (0.5). Pour les séquences /gv/, les pentes ont les mêmes valeurs pour le babillage et les premiers mots, avec un niveau de coarticulation maximale qui excède les moyennes adultes (étant de 0.83).

En ce qui concerne l'analyse de dispersion de l'équation du locus, pour les séquences /bv/, les points se dispersent de plus en plus au fur et à mesure que l'âge augmente et l'indice de variabilité (R^2) augmente. Pour les séquences /dv/, les points se dispersent entre 10 et 17 mois, pour se rassembler à nouveau à 37 mois. Enfin, pour les séquences /gv/, les points sont regroupés à l'âge de 10 mois, forment deux groupes à 17 mois, et sont dispersés à 37 mois.

Ces valeurs permettent de déduire les positions articulatoires des occlusives. Les données acoustiques montrent clairement que chaque occlusive donne lieu à un modèle d'interaction articulatoire différent et unique avec la voyelle suivante. En effet, la coarticulation transforme les productions C-V. Goodell et Studdert-Kennedy (1993) étaient arrivés à des conclusions similaires, avec 12 enfants de 22 à 32 mois, et Nittrouer (1993), grâce à l'analyse de 30 enfants âgés de 3 ans et demi et de 7 ans.

Pour produire une syllabe « consonne alvéolaire-voyelle », l'enfant doit apprendre à réaliser les distinctions articulatoires entre les deux parties d'un même articulateur que sont la pointe et le dos de la langue. Universellement, les pentes d'équation du locus sont relativement plates pour les alvéolaires : lorsque la partie antérieure de la langue atteint une occlusion relativement fixe, le corps de la langue doit prendre simultanément la forme requise par la voyelle. Il paraît plus difficile à un enfant d'apprendre comment trouver la coarticulation juste, décroissante, que de lui apprendre comment augmenter la coarticulation. Comme le dit Hodge (1990), l'enfant doit trouver le juste milieu.

Les contraintes de production biomécaniques sont maximales pour les séquences [gv] car il n'y a pas de chevauchement anatomique complet dans le contrôle moteur des deux segments de la syllabe. Apparemment, l'adaptation à de telles limites biomécaniques est acquise de façon relativement simple par les enfants, contrairement à l'apprentissage du bon degré de contrôle moteur lui permettant de différencier la pointe et le dos de la langue pour les alvéolaires.

L'équation du locus maintient que la diversité des étendues coarticulatoires maximise le contraste acoustique à travers les catégories d'occlusives. Il est impossible d'avoir trois aires exclusives sur un plan acoustique en 2-D. Le chevauchement est donc inévitable. L'enfant apprendrait graduellement comment atteindre le contraste maximal entre les catégories d'occlusives, en améliorant le différentiel des étendues coarticulatoires des énoncés C-V, formées graduellement par les unités phonologiques émergeant de l'inventaire de sa langue.

III.2.2.5.2. **Emergence des segments phonétiques et anticipation chez les enfants vs. chez les adultes**

La question que Nittrouer *et al.* (1989) se posent concerne la façon dont l'enfant, au cours de son développement, parvient à percevoir et à produire les segments phonétiques d'une langue spécifique. Chez les petits, une forme bien maîtrisée dans un mot ne le sera pas forcément dans un autre (Ferguson & Farwel, 1975), à titre d'exemple, l'enfant prononcera correctement [no] mais prononcera [might] à la place de [night]). Adulte, le locuteur ne distingue plus les phonèmes [b m ŋ], mais les mots dans leur globalité. Les enfants auraient diverses stratégies de parole, différentes de celle des adultes. Deux tendances développementales ressortent : avec l'âge, la différenciation entre les phonèmes [H] et [s] augmenterait, mais la coarticulation de la fricative avec la voyelle suivante diminuerait.

Nittrouer *et al.* (1989) posent l'hypothèse que les jeunes enfants, dont la structure phonologique est encore en développement, ont un domaine d'organisation articulatoire minimal plus large que les adultes, car ils ne maîtrisent pas encore pleinement la structure segmentale de la langue. Ces enfants devraient montrer des segments phonétiques moins distincts que les adultes et devraient afficher une influence plus importante du contexte phonétique. Nittrouer *et al.* (1989) trouvent un même degré d'anticipation chez les adultes et les enfants pour l'arrondissement des lèvres devant la voyelle [u] (cela a également été vu par Serano *et al.*, 1987). Les enfants organisent leur parole sur un espace temporel plus large que les adultes. Le développement consisterait en une réduction de la synchronisation des articulateurs. En effet, à 15 mois, les enfants présentent encore des difficultés dans le phasage relatif des actions des articulateurs discrets (langue, lèvres, vélum, glotte) et exécutent la fermeture des lèvres, l'abaissement du vélum et le rétrécissement de la glotte simultanément. Cette coordination spatio-temporelle n'est plus un problème dès l'âge de 3 ans. Nittrouer *et al.* (1989) sont tentés d'attribuer la distinction relativement pauvre des fricatives et la relativement grande coarticulation fricative-voyelle des enfants à leur contrôle moteur encore immature. Une étude antérieure de Nittrouer et Studdert-Kennedy (1987), sur les mêmes enfants, montrait que l'organisation perceptuelle de ces derniers était également moins segmentale que celle des adultes.

Ces deux études suggèrent que le système phonologique de l'enfant est fondé sur les contraintes motrices et perceptives.

III.2.2.5.3. **Aspect développemental de la coarticulation linguale, comparaison du degré de coarticulation chez les adultes et les enfants**

Les recherches sur la coarticulation se fondent sur le principe que chaque son est modifié par son entourage phonémique. Il s'agit du phénomène d'anticipation, de coarticulation

régressive ou progressive. On parle de coarticulation labiale (Kent & Minifie, 1977) lorsque la consonne se trouve devant une voyelle labialisée.

Comme nous l'avons mentionné précédemment, l'occlusive vélaire a deux allophones : un lorsqu'elle précède une voyelle postérieure, et un autre lorsqu'elle précède une voyelle antérieure. La closure sera alors plus ou moins antérieure, ou postérieure (Öhman, 1966 ; Houde, 1967 ; Kent & Moll, 1969 ; Amerman & Daniloff, 1977). Le même phénomène peut être observé en suédois (Öhman, 1967) et en danois (Fisher-Jørgensen, 1954). Ces ajustements articulatoires ont des conséquences acoustiques distinctes (Fant, 1973 ; Zue, 1976).

Les analyses acoustiques du spectre au niveau du relâchement consonantique dévoilent un pic spectral à moyenne fréquence ou à haute fréquence lorsque la voyelle précède une voyelle antérieure (un [i] par exemple). En revanche, si la vélaire précède une voyelle postérieure (un [a] par exemple), un pic spectral prédominera en basse fréquence, et un second pic spectral sera visible dans la région à haute fréquence.

Les différences acoustiques entraînent également des conséquences perceptives (Schatz, 1954 ; Winitz *et al.*, 1972 ; Cole & Scott, 1974 ; Larivière *et al.*, 1975). En effet, Larivière *et al.* (1975), par exemple, ont constaté que les auditeurs peuvent identifier, de façon certaine, la voyelle suivante en écoutant seulement une portion de l'explosion de la consonne.

Serano et Liberman (1987) ont comparé les résultats de 5 adultes et de 14 enfants âgés de 2 à 7 ans, afin de voir si les mêmes effets coarticulatoires se retrouvent chez les deux groupes de locuteurs. Ils ont analysé des séquences [ki] et [ka] pour observer l'effet vocalique sur les consonnes vélares. La plupart des analyses acoustiques (Egushi & Hirst, 1969 ; Tingley & Allen, 1975 ; Kent & Forner, 1980) et des mesures articulatoires (Watkin & Fromm, 1984 ; Sharkey & Folkins, 1985 ; Smith & McClean-Muse, 1985) des productions des enfants ont montré une baisse de la variabilité avec l'augmentation de l'âge. En général, le langage des enfants montre des productions moins précises et des modèles plus variables du contrôle moteur. Les auteurs s'attendaient donc à trouver des effets coarticulatoires plus variables dans le groupe de locuteurs enfants que dans la production des adultes.

Pour les adultes, le pic spectral de basse fréquence se situe entre 1 et 3.6 KHz et le pic spectral de haute fréquence entre 3.6 et 6.5 KHz. Il en va de même chez les enfants, mais les valeurs sont décalées vers le haut car le conduit vocal est plus petit. Le pic spectral de basse fréquence se situe donc entre 1.3 et 4 KHz et le pic spectral localisé entre 4.0 et 7.0 KHz sera identifié comme un pic de haute fréquence. Les analyses montrent un fort effet coarticulatoire chez les adultes, les auteurs ayant pu noter des effets de coarticulation significatifs. En revanche, les différences entre /k+i/ et /k+a/ n'étaient pas toujours observables ; un effet de coarticulation linguale variable, voire même inexistant, a été observé chez les enfants.

La catégorie de locuteurs enfants a été subdivisée en trois groupes : le premier se comporte comme les adultes, le second également, mais avec une fréquence moyenne plus élevée. Le troisième présente des spectres identiques pour le [ki] et le [ka]. Chez les adultes, le pic (1207 KHz) est plus bas lorsque [k] est suivi de la voyelle [a] que lorsque le [k] est suivi de la voyelle [i].

Au niveau perceptif, les enfants sont légèrement moins performants, mais la différence n'est pas significative.

Les résultats trouvés dans l'étude de Serano et Liberman (1987) sont comparables à d'autres travaux, menés à la même période sur le même thème (Serano *et al.*, 1985 ; 1987). Les adultes montrent des indices acoustiques et perceptifs très forts dans les stimuli de la parole, tandis que chez les enfants, la coarticulation anticipatoire labiale est moins prononcée au niveau perceptif et acoustique (Nittrouer, 1985 ; Turnbaugh *et al.*, 1985 ; Serano *et al.*, 1987).

III.2.3. La coarticulation comme indice de lieu articulaire, mesurée par l'équation du locus

Modarresi *et al.* (2004) ont étudié le phénomène de coarticulation, comme indice de distinction des catégories de lieu d'articulation, dans un espace F2 défini sur une séquence occlusive-voyelle.

Pour calculer le degré de coarticulation, Modarresi *et al.* (2004) ont utilisé l'équation du locus dans trois contextes, avec cinq locuteurs anglais, et deux locuteurs persans âgés de 27 à 38 ans. Les auteurs ont constaté que la pente de l'équation du locus variait selon la frontière syllabe/mot, mais différait en fonction des lieux d'articulation des occlusives.

La théorie sur laquelle se base cette étude est que le rôle fonctionnel majeur de la coarticulation est de maximiser la particularité et la distinction auditive des catégories phonétiques contrastives.

Historiquement, le rôle fonctionnel premier de la coarticulation est centré sur le concept de l'efficacité temporelle. Les segments voisins de la parole se chevauchent dans le signal acoustique pour aider à surmonter les limites de résolutions temporelles de l'oreille en processus de parole courante (Liberman *et al.*, 1967).

Trente ans plus tard, le même rôle fonctionnel est encore trouvé, étant donné que Liberman note "...a special set of gesture evolved to serve phonetic communication together with special controls overlap and merge the gesture so as to produce high rates of communication and yet preserve information about the underlying phonetic structure" (Liberman, 1991, p.444), soit, un ensemble spécial de gestes développé pour servir la communication phonétique, selon des contrôles particuliers de chevauchement de gestes afin de produire une vitesse d'élocution rapide tout en préservant les informations de la structure phonétique sous-jacente.

Les membres du laboratoire Haskins ayant travaillé sur ce sujet perçoivent également la coarticulation comme : 1) la résolution mécanique des demandes articulaires de chevauchement de segments en concurrence et 2) l'encodage du signal des informations articulaires nécessaires pour résoudre le décalage perceptif des occlusives.

Le principe de différentiel articulatoire qui affecte les interactions coarticulatoires a grandement influencé les modèles expliquant la coarticulation Consonne-Voyelle, Voyelle-Consonne, et Voyelle-Voyelle (DAC Model, Recasens, 1987; Recasens *et al.*, 1997; The APEX Model, Stark *et al.*, 1996).

Le paramétrage de la résistance aux influences coarticulatoires à travers les segments permet de définir la coarticulation, non pas comme un bruit cachant des invariants phonétiques potentiels, mais plutôt comme une source d'informations riche, créée par la variabilité liée au contexte, dans le signal, et donc interprétables. Notons par ailleurs que les transitions de F2, hautement variables et signalant le lieu d'articulation des occlusives, ont longtemps dominé les recherches pour les invariants phonétiques sous-jacents à la perception.

Ainsi, la coarticulation porte de multiples fonctions : 1) elle sert à économiser les transmissions de vitesse de la parole (Lieberman *et al.*, 1967) ; 2) elle reflète la synergie optimisée des contraintes articulatoires (Lindblom, 1983) et ; 3) d'après Modaresi *et al.* (2004), elle aiderait à conserver les consonnes dans un espace acoustique défini.

Cette section a permis de mettre en avant le rôle de l'équation du locus en tant qu'indice de lieu d'articulation des consonnes, et de degré de coarticulation.

En effet, de nombreux auteurs ont utilisé cette méthode pour obtenir des informations relatives aux stratégies articulatoires employées par les locuteurs. La valeur de la pente serait ainsi témoin :

- 1) du lieu d'articulation consonantique, dans la mesure où les valeurs de pente et d'intercept varient en fonction du lieu d'articulation de la consonne et de la voyelle et
- 2) du degré de coarticulation entre la consonne et la voyelle dans une séquence C-V.

III.3. De l'importance des formants dans l'étude des lieux d'articulation

Dans cette section, nous considérons l'étude des formants comme indice de lieu d'articulation. En effet, nous verrons que F1 et F2 sont témoins du lieu d'articulation des voyelles, et F2 et F3 témoin du lieu d'articulation des consonnes.

Notre analyse étant exclusivement acoustique, nous recherchons tous les indices présents dans le signal et le spectrogramme qui peut révéler les stratégies articulatoires de nos locuteurs porteurs de fente palatine.

III.3.1. F1/F2 : un rapport formantique utile pour caractériser les productions articulo-vocaliques

Dans un premier temps, présentons les formants F1 et F2. Il apparaît ici que l'analyse de ces paramètres est une source d'information directement corrélée aux caractéristiques articulo-vocaliques du locuteur, et plus spécifiquement à celles relatives à la production des voyelles.

III.3.1.1. F1/F2 comme indice de lieu d'articulation

De nombreuses études ont été menées, utilisant le triangle vocalique comme moyen de rendre compte, autant que faire se peut, de la façon dont sont produites les voyelles sur le plan articulo-vocalique, apportant ainsi des informations sur la position et le mouvement des articulateurs, à l'intérieur de la cavité buccale lors de la réalisation de ces voyelles. Cette démarche se fait en fonction du contexte consonantique dans lequel elles sont produites. L'analyse de cet espace vocalique nous intéresse donc particulièrement dans le cadre de cette étude, car cette méthode pourrait offrir de précieuses indications quant aux éventuelles stratégies articulo-vocaliques compensatoires employées par les locuteurs porteurs de fente palatine.

La description classique des voyelles se base sur deux dimensions : la hauteur et la position antérieure/postérieure de la langue. Les valeurs du premier formant nous renseignent sur l'aperture de la voyelle, c'est-à-dire la taille d'ouverture de la mâchoire. Le second formant, lui, nous informe sur le mouvement antérieur/postérieur de la langue. Le troisième formant est important pour le degré de labialité de la voyelle.

Les valeurs de F1 et de F2 relevées au milieu de la structure formantique stable de la voyelle représentent les résonances dans le conduit vocal, permettant d'inférer la configuration du conduit vocal lors de la production des voyelles étudiées (Stevens & House, 1955).

Nguyen et Espesser (2004), en testant divers techniques de normalisation inter-individuelle des données formantiques, ont mis en avant l'importance de l'anatomie dans les variations des valeurs de F1 et F2 de chaque voyelle. En effet, ces valeurs ont des fréquences moyennes plus élevées lorsque le conduit vocal du locuteur est plus court. Leur étude révélant que l'efficacité d'une procédure de normalisation varie d'un système phonologique à l'autre témoigne de la variabilité des valeurs formantiques relatives à des caractères individuels.

Yuen *et al.*, dans un article de 2007, ont établi le rapport entre le contact lingual et les conséquences acoustiques de ces contacts. Pour ce faire, les auteurs ont enregistré onze locuteurs prononçant les trois voyelles extrêmes du triangle vocalique français, soit [i], [a] et [u]. Ces trois voyelles étaient placées uniquement dans des séquences CV où C était soit [p] soit [b] afin de réduire au maximum les effets de coarticulation consonne-voyelle.

Les résultats de deux enregistrements ont été mis en parallèles ; un enregistrement électropalatographique comprenant cinq points de mesures (l'avant et l'arrière de la langue, et trois points placés à intervalles réguliers sur la langue) et l'enregistrement sonore qui leur a permis de prélever les valeurs de formants pour chaque voyelle. Ils ont constitué des triangles vocaliques, correspondant à la représentation graphique de la cavité buccale lorsque les valeurs de F1 sont placées en ordonnées et celle de F2 en abscisses.

Deux grandes tendances sont ressorties de leur étude. Les valeurs de F1 et F2 varient en fonction de la voyelle, et la différence de F2-F1 varie en fonction de la surface de contact.

Comme attendu, pour chaque locuteur, le total des contacts EPG décroît lorsque le mouvement de la voyelle va d'une position haute/fermée vers une position haute/ouverte dans la cavité buccale. Le coefficient de corrélation de Pearson, permettant d'étudier l'existence de relation entre deux variables, a été utilisé avec le pourcentage de contact et F1 et F2 comme variables. Ainsi, Yuen *et al.* (2007), ont constaté que plus le pourcentage de contact est élevé lors de la production d'une voyelle, plus les valeurs de F1 sont basses. A l'inverse, les valeurs de F2 augmentent en corrélation avec l'augmentation du pourcentage de contact. Le pourcentage de contact serait donc corrélé avec les valeurs de F1 et de F2, bien que cette corrélation soit différente pour les deux valeurs.

Ces résultats apportent des informations sur le contact lingual, qui est généralement une indication du degré de constriction de la cavité orale et permet de diviser le tube acoustique en chambres de résonance antérieure et postérieure. Le pourcentage de contact EPG offre des informations, à savoir, comment le conduit vocal est divisé, en tant que tube de résonance.

Nous avons vu l'intérêt des mesures des formants F1 et F2 dans la détermination du lieu d'articulation de la voyelle. Voyons à présent la façon dont les valeurs de F1 et F2 sont informatives, également par rapport au lieu d'articulation, lorsqu'elles sont coordonnées de façon à créer un « triangle vocalique ».

III.3.1.2. Le triangle vocalique : un espace acoustique interprétable en termes articulatoires

Tel que nous l'avons énoncé *supra*, Le triangle vocalique est la représentation graphique de la position de la langue dans la cavité buccale lors de la production des voyelles. Celui-ci apparaît lorsque les valeurs de F1 et de F2 des voyelles [i] [a] et [u], appelées voyelles extrêmes du triangle vocalique en français, sont placées respectivement en ordonnées et en abscisses.

L'étude de ces trois voyelles est particulièrement intéressante pour notre étude de la parole des locuteurs porteurs de fente palatine dans la mesure où celle-ci nous permet d'observer les limites de l'espace vocalique maximal. En effet, la production des trois voyelles extrêmes du

triangle vocalique serait le reflet des capacités articulatoires maximales de chaque locuteur, lors de la réalisation de gestes vocaliques.

De nombreux facteurs, qui influencent la forme et l'étendu du triangle vocalique, ont été mis en lumière, tel que nous le voyons ci-dessous.

Lindblom (1963 a et b), par exemple, dans ses travaux sur la réduction vocalique, a démontré l'importance de la vitesse d'élocution. En effet, l'augmentation de la vitesse d'élocution peut entraîner une compression des durées et une réduction de l'espace vocalique, donc une centralisation des voyelles dans cet espace, principalement pour le [i] et le [u]. La structure formantique des voyelles n'est donc pas la même selon la vitesse d'élocution employée. Ainsi, lorsqu'un locuteur parle très rapidement, un phénomène d'« undershoot », consistant à attirer les voyelles vers le centre du triangle vocalique, est observé.

Gendrot *et al.* (2006), dans une étude visant à explorer les variations formantiques des voyelles en fonction de leur position prosodique, ont montré également que l'espace vocalique formé par les valeurs des formants F1 et F2 diminue progressivement avec la durée des segments analysés (selon trois durées ; courte, longue et intermédiaire). Ils constatent encore que les voyelles précédées ou suivies d'une pause sont caractérisées par des valeurs plus extrêmes et occupent donc un espace vocalique plus large.

Fougeron (2001) a montré que des phonèmes situés en début de constituant prosodique de haut niveau, tel que le groupe intonatif, tendent à être hyperarticulés. La tendance générale de l'étude suggère que les propriétés articulatoires peuvent refléter le code prosodique des constituants à différents niveaux dans des expressions.

Beller (2007) a présenté l'influence de l'expressivité sur la configuration du triangle vocalique. En effet, une expansion du triangle vocalique, corrélée à l'augmentation de l'intensité du sentiment du locuteur, ressort nettement. Ainsi, lorsque le locuteur exprime une grande colère, son triangle vocalique sera plus étendu que dans un cas neutre. Beller constate par ailleurs que la tristesse et l'ennui, qui sont deux expressivités dont le débit est plus lent, montrent une réduction du triangle vocalique, liée à l'intensité de l'expression. A l'inverse, l'accélération du débit dans le cas de la peur entraîne une réduction du triangle vocalique accentuée par rapport à l'accélération du débit dans le cas neutre.

Harmegnies et Poch-Olive (1992) ont trouvé une variabilité plus importante chez les locuteurs en parole spontanée par rapport à une parole de laboratoire. Aussi, la différence entre les divers sons est amoindrie dans ce contexte de parole spontanée dans la mesure où les valeurs de F1 et F2 ont tendance à rejoindre celles du schwa.

Dans une étude menée en 1994, Harmegnies et Poch-Olive ont révélé également des distinctions des valeurs de F1 et F2 en fonction du style de parole (l'étude a été menée dans six

situations différentes, pour 3 voyelles). Ainsi, les différentes situations de communication entraîneraient des différences de fréquences formantiques, et de nouvelles catégorisations.

L'ensemble de ces études montre bien l'importance de prendre en compte tous ces facteurs lors de l'analyse de cet espace vocalique.

Dans le domaine de la phonétique clinique, Hirsch *et al.* (2006) a démontré que l'aire du triangle vocalique est fortement restreinte chez les locuteurs bègues, révélant une gestion du lieu d'articulation particulière, et donc une stratégie articulatoire différente des sujets sains. Cette aire a été calculée grâce à la formule de Héron, (qui correspond au calcul suivant : Aire = $\sqrt{P(P-a)(P-b)(P-c)}$, où a, b et c représentent les coordonnées entre deux voyelles, et P le résultat de $(a+b+c)/2$.)

La même étude a permis de constater que le locuteur de contrôle, comme l'ancien bègue, use du phénomène d'« undershoot » lors de l'accélération de la vitesse d'élocution (opposition vitesse normale vs. vitesse rapide), contrairement aux locuteurs bègues chez lesquels la structure formantique reste stable malgré le changement de rythme de la parole.

Le contexte vocalique influe directement les valeurs des formants et donc la forme et étendue du triangle vocalique. Nous avons vu dans cette section que de nombreux facteurs sont à prendre en compte dans l'analyse des formants, mais que celle-ci reste un indice précieux pour l'étude du lieu d'articulation des voyelles.

Cette section nous renseigne sur les informations que nous apporte le triangle vocalique quant aux stratégies articulatoires des locuteurs, soumis à diverses modifications de la parole (vitesse d'élocution, expressivité, pathologie).

Il serait intéressant d'observer également le comportement des autres voyelles, localisées à l'intérieur du triangle vocalique. En effet, nous savons, par exemple, que les voyelles extrêmes sont bien produites par les locuteurs suite à des traitements de cancers de la cavité endobuccale, mais que les autres voyelles à l'intérieur du triangle vocalique ne retrouvent pas leur position « canonique » (Savariaux *et al.*, 2000 ; 2001).

L'observation du comportement de l'ensemble des voyelles serait particulièrement pertinente chez nos locuteurs porteurs de fente palatine, afin d'observer le réaménagement éventuel de la structure formantique de toutes les voyelles.

Ainsi une étude des formants F1 et F2 va nous permettre d'analyser les productions vocaliques des locuteurs. La représentation du triangle vocalique permet de comparer plus facilement les résultats des locuteurs pathologiques et des locuteurs sains, en ayant un aperçu visuel plus net. En effet, nous avons vu que ce triangle est témoin des possibilités de chaque locuteur au niveau du lieu d'articulation des voyelles.

Intéressons-nous à présent à l'indice de lieu articulatoire que représentent les formants F2 et F3.

III.3.2. F2/F3 : au autre rapport formantique utile pour caractériser les productions articulatoires consonantiques

De la même manière que les formants apportent des informations sur le lieu d'articulation des voyelles, les formants F2 et F3 peuvent être utilisés pour les recherches sur le lieu d'articulation des consonnes, c'est ce que nous nous attacherons à voir dans cette section.

III.3.2.1. F2/ F3 comme indice de lieu articulatoire des consonnes

Bien que l'utilisation des formants soit moins répandue pour l'analyse des consonnes que des voyelles, certaines recherches attestent de l'intérêt des mesures de F2 et F3 comme indice de lieu d'articulation dans l'analyse des consonnes.

En effet, les valeurs de F2 et F3 livreraient des informations quant au processus articulatoire mis en place par le locuteur pour l'articulation des consonnes voisées. Ainsi, les réalisations attendues pour l'articulation des occlusives voisées du français sont les suivantes :

[b] serait différent de [d] au niveau de F2, et [d] différent de [g] au niveau de F3.

[d] et [g] devraient afficher des valeurs similaires au niveau de F2.

Ces indices nous sont donc très précieux dans la mesure où, à travers notre étude acoustique, nous chercherons à déceler les stratégies articulatoires mises en place par les locuteurs atteints d'une fente palatine.

La mesure des formants F2 et F3 permettent à la fois d'obtenir des précisions sur le lieu de contact, mais également sur la transition C-V, et donc sur la coarticulation consonne-voyelle. En effet, nous savons que chaque occlusive sonore du français ([b], [d], [g]) a son propre modèle de transition formantique en contexte [a] (Lindblom & Studdert-Kennedy, 1967). Ainsi F2 et F3 sont montantes dans la transition C-V où la consonne est [b], et descendante lors de la transition C-V où C est [d]. Lors de la transition C-V où la consonne est la vélaire [g], F2 est descendante et F3 montante. De nombreux auteurs, tels que Delattre *et al.* (1955 a et b), ont montré que les transitions des 2^e et 3^e formants sont des indices suffisants pour déterminer le lieu d'articulation.

Abry (2003) a revisité la question de « l'optimisation perceptuelle » de [b, d, g] dans le contexte de la « Frame then Content Theory » de MacNeilage (1998). Ainsi, il affirme que le processus de différenciation est comparable pour les deux courants ; F1-F2 permet de distinguer les voyelles [i, a, u], et F2-F3 les consonnes [b, d, g]. Il ajoute que les contrastes acoustiques maximaux seraient réalisés en contexte vocalique [a].

Ainsi, tel que Dorman *et al.* (1977) et Serniclaes *et al.* (2003) l'attestent, les valeurs de F3 permettraient de fournir des informations quant au lieu de contact lors de la réalisation de ces occlusives, constituant un indice décelable au niveau des transitions formantiques V-C.

Aussi, l'étude des mécanismes de perception des plosives montre l'importance de l'ensemble des transitions (Dorman *et al.*, 1977), (Kewley-Port *et al.*, 1983).

Jackson (2001) a, lui aussi, mené une étude à partir des valeurs de F2-F3. Il a alors utilisé les bases de Stevens (1998), qui donne trois principaux indices de lieu d'articulation pour les occlusives voisées et non voisées : (1) le spectre caractéristique de l'explosion, (2) la trajectoire des formants avant et après le silence acoustique et (3) les indices visuels de la position des lèvres, de la langue.

Dans cette étude, Jackson (2001) a constaté que les valeurs étaient plus fiables, par rapport au lieu d'articulation de la consonne, lorsqu'elles sont relevées au relâchement de la consonne, c'est-à-dire à la détente acoustique ou l'explosion. Cela corrobore les études de Fowler (1994) et Modarresi *et al.* (2005), par exemple, qui ont également constaté que la mesure de F2 à l'explosion était plus fiable en tant qu'indice de lieu d'articulation, pour les équations du locus.

Jackson (2001) a également constaté que les caractéristiques spectrales sont relatives au lieu d'articulation, et ne sont pas affectées significativement par l'absence ou la présence de voisement. Même le contexte vocalique ([a] ou [i]) n'a entraîné que des différences minimales, sauf pour le [g], qui est reconnu pour être une consonne à haute variabilité.

Cela montre donc qu'il est primordial de définir correctement le point de mesure des formants à l'intérieur de la consonne pour que l'analyse soit la plus précise possible.

Carré et Serniclaes, en 2002, ont démontré que les différentes régions du tube acoustique ont des propriétés acoustiques qui leur sont propres (Distinctive Region Model ; Mryati *et al.*, 1988). Ces régions correspondraient alors aux lieux d'articulation des principales consonnes. Ce modèle a permis de montrer ce que nous avons énoncé *supra*, soit que F2 peut être utilisé pour distinguer la bilabiale [b] de [d] et [g] et F3 pour séparer, sur le plan articulatoire, l'alvéo-dentale [d] de la vélaire [g].

Un article de Carré *et al.* (2003) atteste ces résultats et souligne encore l'importance du troisième formant dans la distinction [d] *vs.* [g].

Serniclaes *et al.* (2003) ont mené une étude sur la perception des occlusives voisées [b] [d] [g]. Ils ont constaté que les auditeurs utilisent leur sensibilité pour trouver limites naturelles dans le traitement des indices de transitions pour la perception du lieu d'articulation de ces occlusives. Ainsi, les frontières phonémiques correspondraient aux lignes de transitions formantiques. Le fait que les auditeurs utilisent des frontières naturelles pour la perception de la parole révélerait alors un processus pré-phonologique.

Cette section met en avant le fait que les mesures de F2 et F3 peuvent fournir des informations quant au lieu de contact lors de la production d'une occlusive. Il faut souligner cependant que le point de mesure est très important. En effet, nous avons vu ici que le point le plus pertinent correspond au point de relâchement de la consonne. Voyons à présent de quelle façon ces valeurs peuvent être exploitées dans un triangle consonantique.

III.3.2.2. Le triangle consonantique : un espace articulatoire interprétable en termes articulatoires

Placer les valeurs de F2 et F3 des trois occlusives sonores du français, soit [b], [d] et [g], dans un graphique, respectivement en abscisse et ordonnée, permet l'obtention d'un triangle représentant l'espace consonantique.

Ces valeurs respectent généralement un « modèle » qui permet de différencier systématiquement les consonnes sur un plan articulatoire. En effet, si le point est relevé au relâchement de la consonne, F2 et F3 devraient avoir la même valeur lors de la réalisation d'un [g], avec un F3 montant et un F2 descendant en CV. Rappelons, comme nous l'avons cité *supra*, que le schéma du [b] montre des pentes de F2 et F3 montantes tandis que lors de la réalisation du [d] elles sont descendantes toutes les deux. Cela est clairement représenté dans les schémas des transitions VCV présents dans l'article de Abry (2003) que nous illustrons ci-dessous (Figures 11 et 12).

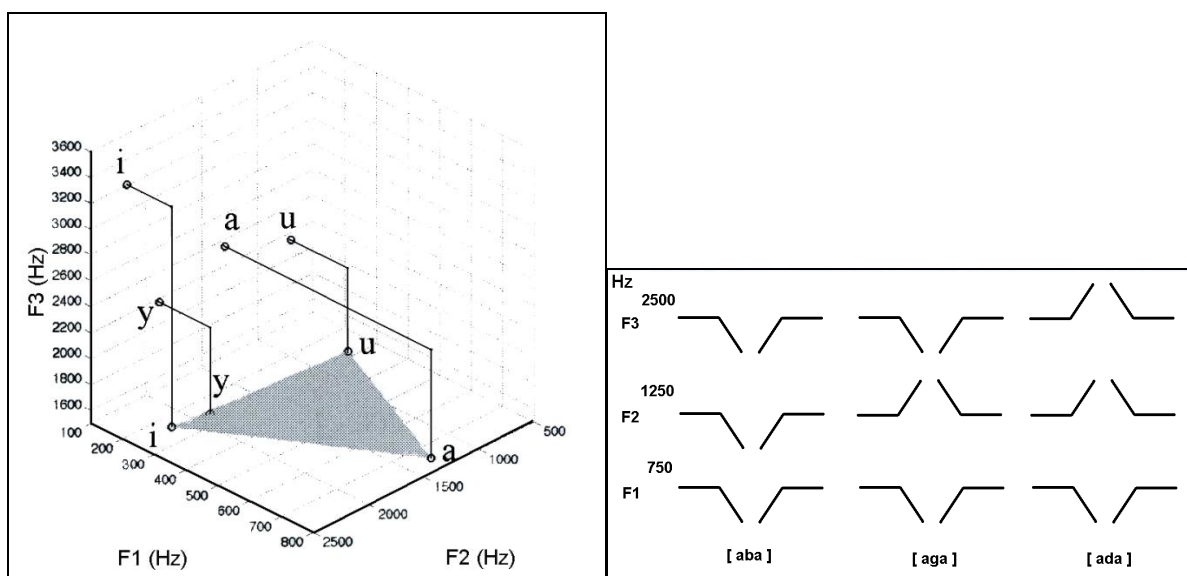


Figure 11 et Figure 12 : Représentation de l'espace vocalique et consonantique et du schéma de transition VCV pour les séquences [aba], [aga] et [ada]. Adapté de Abry (2003).

Aussi, Abry (2003) s'est rendu compte que les trois points constituent un triangle rectangle (avec le point de la consonne [g] dans l'angle à 90°) et que la voyelle [a] se situerait sur l'hypoténuse de ce triangle.

Schwartz & Boë (2007 ; 2008) ont voulu appuyer ces recherches en se basant sur un modèle générique de production de la parole, dérivé de la modélisation de la croissance du conduit vocal de Boë et Maeda (1998). Un principe de dispersion auditive combiné au déploiement de gestes naturels de la parole dans le développement offre une solution globale pour les voyelles, les plosives et leur combinaison dans la formation de syllabes : la solution

perceptuo-motrice est une partie de la « Perception-for-Action-Control Theory » que les auteurs ont proposé pour expliquer le système phonologique (Schwartz *et al.*, 2002 ; 2007).

Ainsi, il apparaît que le triangle consonantique peut lui aussi apporter des informations relatives au lieu d'articulation des consonnes, et plus précisément des occlusives voisées. Cela est donc tout particulièrement intéressant pour notre étude dans la mesure où ce sont ces productions que les locuteurs porteurs de fente palatine ont le plus de difficultés à produire.

Cette section révèle l'importance de l'étude des formants et surtout de leur utilisation pour une exploration des lieux d'articulation. En effet, nous avons vu que F1 et F2 peuvent apporter des indications sur le lieu d'articulation des voyelles, et de la même façon, que les mesures de F2 et F3 sont des indices pour l'étude des lieux d'articulation des occlusives.

Aussi, nous avons vu que les valeurs de F1 et F2 peuvent fournir des indications quant à l'envergure du contact lors de la production des voyelles, ou encore nous renseigner sur différents paramètres liés à la production de la parole (telle que la vitesse d'élocution, l'expressivité..).

L'importance des transitions formantiques doit être soulignée, puisque c'est en fonction de ces transitions que sont identifiées les catégories de lieu, relativement à une ligne de référence F2-F3.

Le schéma de Abry (2003) que nous avons choisi de faire apparaître ci-dessous est une bonne illustration de la correspondance entre ces deux triangles, vocalique et consonantique (Figure 13).

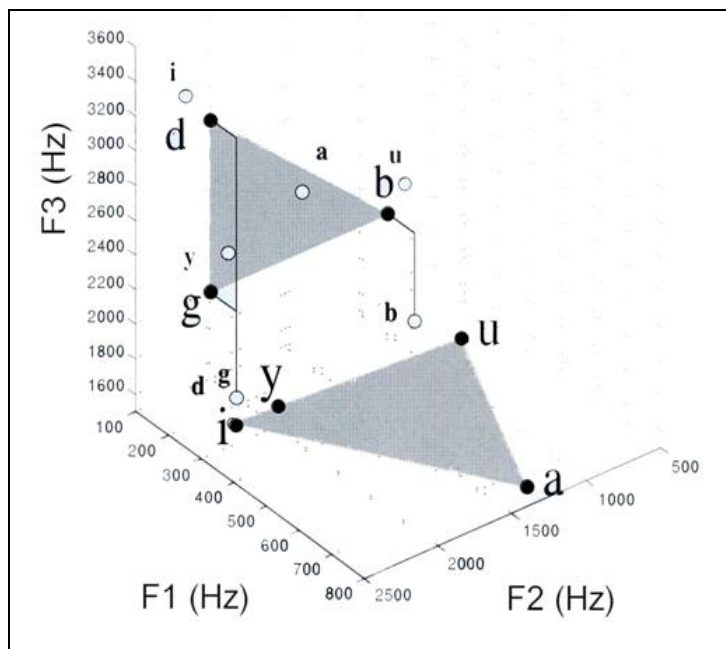


Figure 13 : Espace consonantique et vocalique exprimés grâce aux trois formants F1, F2 et F3. En gris apparaissent les deux triangles : F1-F2 pour les voyelles et F2-F3 pour les consonnes. Les cercles pointent les projections des voyelles et consonnes sur les triangles correspondants. Adapté de Abry (2003).

Ainsi, ces critères d'observation vont nous être utiles dans l'étude de la parole pathologique, dans la mesure où les indices acoustiques peuvent apporter des renseignements quant aux stratégies articulatoires mises en place par nos locuteurs porteurs de fente palatine.

Pour conclure

Ce chapitre reprend les principales études menées à propos ou grâce aux paramètres que nous allons utiliser dans notre partie expérimentale, à savoir, la durée et sa variabilité, l'équation du locus et les analyses formantiques.

En effet, la section relative aux durées nous a permis de faire le point sur les recherches déjà menées sur la durée en général et sur la durée dans la parole pathologique en particulier. Ainsi, cela nous donnera la possibilité d'expliquer certains de nos résultats. En effet, nous avons vu quels phénomènes peuvent conditionner un degré d'allongement ou de réduction de la durée, ou encore entraîner un niveau plus ou moins élevé de variabilité.

Les sections sur l'équation du locus et les analyses formantiques nous renseignent davantage sur l'utilisation même de la méthode et de sa fiabilité.

Ainsi, ce chapitre relate les différentes positions défendues par les auteurs quant à l'utilisation de l'équation du locus. En effet, comme nous avons pu le voir, certains proposent cette méthode comme indice de lieu d'articulation, en se fondant sur des mesures à des points précis de la transition C-V. D'autres montrent que la méthode d'équation du locus ne fonctionne pas avec certains loci et proposent d'autres lieux de mesure du locus. De même, certains auteurs prônent l'efficacité de cette méthode comme indice du degré de coarticulation, alors que d'autres la réfutent.

Nous utiliserons cette méthode à la fois comme indice de lieu d'articulation et de degré de coarticulation dans nos expériences, en tenant compte de ces différents points de vue.

Enfin, la section sur les analyses formantiques nous renseigne principalement sur les indications articulatoires et prosodiques découlant de données acoustiques telles que les mesures de $F1/F2$ et $F2/F3$. Cette section nous offre des informations quant à l'utilisation de ces valeurs formantiques comme indice de lieu d'articulation, notamment.

PARTIE II :

PARTIE EXPERIMENTALE

Cette partie expose nos propres expériences, qui s'inscrivent dans le domaine de l'acoustique.

Cinq chapitres composent cette partie expérimentale :

-Chapitre IV : Procédure expérimentale

- Chapitre V : Expérience 1 : Etude de la durée chez les locuteurs porteurs de fente palatine dans des productions de séquences VCV

-Chapitre VI: Expérience 2 : L'équation du locus comme indice de coarticulation dans l'articulation des occlusives sourdes chez les enfants atteints de fente palatine

-Chapitre VII : La structure formantique des voyelles produites par des locuteurs porteurs de fente palatine : une étude préliminaire

-Chapitre VIII : Expérience 4 : F2/F3 d'occlusives sonores chez des locuteurs porteurs de fente palatine : le triangle consonantique

Résumé Chapitre IV

Ce chapitre est consacré à la procédure expérimentale. Il décrit les conditions d'acquisition des données, les locuteurs, le corpus et les paramètres retenus et mesurés.

Les données ont été obtenues auprès d'enfants ayant une fente palatine, au Service Maxillo-facial du Centre Hospitalier de Strasbourg. Les enregistrements des locuteurs de contrôle ont été effectués sous deux conditions différentes : a) dans la chambre insonorisée de l'Institut de Phonétique de Strasbourg ; b) dans une salle silencieuse d'un collège à Strasbourg.

Les items du corpus, des séquences VCV cibles dans de courtes phrases porteuses, ont été prononcés au moins dix fois, sauf parfois en milieu hospitalier, quand la tâche requise des enfants porteurs de fente s'est révélée difficile à exécuter.

L'analyse du signal acoustique se situe dans une démarche articulatoire-acoustique, à savoir extraire, autant que faire se peut, des informations articulatoires de l'analyse du signal acoustique.

Le comportement des occlusives, encadrées par les voyelles de grande et petite aperture, a été examiné en se fondant principalement sur les paramètres temporels suivants : le VOT, le VTT, les durées de V1, de C^{occlusive} intervocalique et de V2. Les trois premiers formants, F1, F2 et F3 ont été mesurés, puis les espaces acoustiques vocaliques et consonantiques ont été calculés à l'aide de la formule de Héron.

CHAPITRE IV

IV. Procédure expérimentale

Nous présentons ici la procédure expérimentale générale sur laquelle repose notre travail, mais les méthodes spécifiques à chaque étude seront précisées en début de chapitre pour chacune des investigations.

IV.1. Conditions d'enregistrement

Afin de bien éclairer nos démarches expérimentales, rappelons en priorité les conditions d'enregistrement de nos locuteurs, d'abord pour les locuteurs pathologiques, puis pour les locuteurs de contrôle.

Le présent travail a pu se faire grâce à une collaboration avec le Service Maxillo-Facial du Centre Hospitalier de Strasbourg, dans lequel se sont déroulés les enregistrements acoustiques des enfants ayant une fente palatine. En effet, ces enregistrements ont eu lieu dans une salle de l'hôpital lors des consultations de la face, avec l'accord des parents et de l'enfant. Ces consultations sont fatigantes pour les enfants ; ces derniers arrivent en début d'après midi et patientent pour voir quatre médecins différents (chirurgien, ORL, orthophoniste et orthodontiste). Par conséquent, ce ne sont donc pas les conditions les plus favorables pour les enregistrements, malgré ce contexte médical contraignant, les locuteurs se sont appliqués pour effectuer correctement les tâches requises.

Ces conditions particulières expliquent que certains enfants n'aient pas réalisé autant de répétitions que nous l'aurions souhaité. Devant la pénibilité de la tâche pour certains, nous n'avons pas voulu insister, afin que les conditions d'enregistrement de données ne soient pas pour eux trop déplaisantes.

Les enregistrements des locuteurs de contrôle ont été effectués sous deux conditions différentes.

Certains d'entre eux sont venus à l'Institut de Phonétique de Strasbourg, avec l'accord de leurs parents, et ont été enregistrés directement dans la chambre insonorisée de l'institut.

D'autres, élèves du collège Vauban et de l'école St Thomas à Strasbourg, ont été enregistrés dans une salle silencieuse de ces établissements, grâce à l'autorisation de l'administration de l'établissement et des parents des locuteurs.

IV.2. Matériel

N'ayant pas accès à des électropalatogrammes qui nous auraient permis d'approfondir et d'explorer d'autres axes de recherches, nous nous sommes limitée à des enregistrements acoustiques. Notre approche de l'analyse du signal acoustique se situe, toutefois, dans une démarche articulatoire-acoustique, à savoir extraire, autant que faire se peut, des informations articulatoires de l'analyse du signal acoustique (*cf.*, par ex., Sock, 1998).

Les enregistrements acoustiques ont tous été réalisés à l'aide d'un enregistreur numérique (Fostex FR²® sur carte Flash II) et d'un micro directif (Sennheiser e845 S®).

IV.3. Corpus

Pour cette étude, nous avons établi un premier corpus, afin d'observer les six occlusives orales du français en contextes différents. Pour ce faire, nous les avons placées entre les voyelles extrêmes du triangle vocalique [i] et [a]. Dans un premier temps, nous avons laissé de côté la voyelle [u] pour des raisons de longueur du corpus. En effet, désirant avoir au moins 10 répétitions de chaque séquence, il ne fallait pas que le corpus soit trop long pour que les enfants restent concentrés et acceptent de lire toute la liste de mots.

Corpus n°1 :

○ Le b âtiment	ləbatimã
○ Le t apis vert	lətapivɛr
○ C'est à q ui ça ?	sɛtakisa
○ Un h abit vert	œnabivɛr
○ Le r adis cru	ləradikry
○ L a g uimauve	lagimɔv
○ L' I talie	litali
○ Il y p arle	iliparl
○ La c icatrice	lasikatris
○ Il y b alaie	ilibalɛ
○ F ormidable	fɔrmidabl
○ La c igale	lasigal

Après avoir observé les différents comportements des occlusives encadrées par les voyelles de grande et petite apertures, nous nous sommes intéressée à la distinction du contexte vocalique antérieure et postérieure. Pour ce faire, il nous a fallu procéder à un nouvel

enregistrement de nouveaux locuteurs, avec un corpus adapté. Nous avons observé, grâce au premier corpus, que la fente palatine étudiée n'avait pas d'incidence sur les bilabiales, c'est pourquoi ces dernières sont absentes de ce corpus :

Corpus n°2 :

- Le bon **gouda** ləbɔ̃guda
- Il **adoucit** le chien iladusiləʃjẽ
- Il a **tout** cassé ilatukase
- **Couds** ta chemise kutaʃəmiz

IV.4. Locuteurs

Afin de comparer les différents locuteurs de la façon la plus précise possible, nous avons formé différents groupes, en fonction de leur âge et du type de fente dont les locuteurs pathologiques sont porteurs.

Ainsi, nous présentons dans les deux tableaux ci-dessous (Tableaux 25 et 26) les locuteurs enregistrés, classés d'abord selon le type de fente, puis selon l'âge qu'ils avaient lors de l'enregistrement. Le premier tableau présente les locuteurs pathologiques, le second, les locuteurs sains.

Rappelons que la classification des fentes que nous avons conservée est celle de Veau (1931), à laquelle nous avons ajouté les fentes sous-muqueuses (*cf.* Chapitre II, section 1.1).

IV.4.1. Locuteurs pathologiques

Tableau 25 : Ensemble des locuteurs pathologiques retenus pour les différentes expériences de cette étude.

	locuteurs	sexe	âge	Pathologie exacte
Type 1 : Fente palatine postérieure	Frédéric	M	9 ans+3 mois	Fente palatine postérieure + encoche
	Grégoire	M	9 ans+3 mois	Fente palatine postérieure
	Safia	F	+6 mois	Fente palatine postérieure
	Julie	F	+7 mois	Fente palatine postérieure
	Elodie	F	14 ans +6 mois	Fente palatine postérieure + Fente labiale droite
	Elise	F	14 ans +6 mois	Fente palatine postérieure
	Jonathan	M	16 ans +9 mois	Fente labiale gauche + Fente palatine postérieure
	Alexanne	M	17 ans +6 mois	Fente palatine postérieure
Type 3 : Fente Labio-palatine unilatérale	Tiago	M	9 ans	Fente labio-palatine totale gauche
	Otmane	M	10 +8 mois	Fente labio-palatine droite
	Jérémie	M	11 ans +5 mois	Fente labio-palatine totale gauche
	Bruno	M	+ 8 mois	Fente labio-palatine totale droite + cicatricielle gauche (pharyngoplastie)
	Jannis	M	12 ans + 3 mois	Fente labio-palatine totale droite
	Anthony	M	+ 4 mois	Fente palatine + syndrome de pierre robin
	Joseph	M	+5 mois	Fente labio-palatine totale gauche
	Nicolas	M	+5 mois	Fente labio-palatine unilatérale simple
	KY	M	14 ans	Fente palatine totale + Pierre Robin
	Jeremy 2	M	+5 mois	Fente labio-palatine totale gauche
Vanessa	F	18 ans + 8 mois	Fente palatine totale	
Type 4 : Fente labio-palatine bilatérale totale	Eliott	M	9 ans+2 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Berfin	M	+6 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Lucas	M	+6 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Mike	M	11 ans+6mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Cyril	M	11 ans+6mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Laura	F	12 ans+2 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Corentin	M	+ 4 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Daisy	F	+6 mois	Fente labio-palatine bilatérale
	Alicia	F	14 ans +10mois	Fente labio-palatine bilatérale
	Elodie	F	15 ans +6 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Type 5 : Fente sous muqueuse	Charlotte	F	8 ans +6 mois
Marie-Sarah		F	8 ans +6 mois	Fente palatine sous-muqueuse
Manon		F	9 ans +2 mois	Fente palatine sous muqueuse
Kamel		M	13 ans +5 mois	Fente palatine sous-muqueuse (non opérée)
Adrian		M	15 ans +5 mois	Fente palatine sous muqueuse

IV.4.2. Locuteurs sains

Il convient ici de préciser que les locuteurs de contrôle sont qualifiés de locuteurs sains par opposition aux locuteurs pathologiques. Aussi, au niveau de nos analyses acoustiques, ce sont des locuteurs qui suivent les « normes ». Ces locuteurs ne présentent aucun antécédent connu au niveau de la production ou de la perception de la parole.

Signalons aussi que les parents de ces locuteurs ont signé un formulaire indiquant que les enregistrements de leurs enfants seraient utilisés en tant que locuteurs de contrôle à des fins de

comparaison avec des locuteurs pathologiques. Nous pensons donc que les parents auraient signalé d'éventuels troubles du langage peu apparents. Ils étaient tous francophones première langue nés de parents eux aussi francophones.

Notons également que les enfants ont été sélectionnés en fonction de leur bonne élocution, et que cinq d'entre eux ont été retirés de la population étudiée en raison de divers paramètres tels qu'un accent alsacien prononcé amenant trop de variabilité dans la parole ou encore un léger bégaiement décelé.

Tableau 26 : Ensemble des locuteurs de contrôle retenus pour les différentes expériences de cette étude.

18 ans	Fac fille 1 Fac fille 2 Florian	8-9ans	Emilie Béa 1 Béa 2 Zoé Killian Lucas Robinson Lorna Flavie Quentin Tristan Alan Emile
15 ans	Danièle Marion Jean- François	6 ans	Achille
13- 14 ans	Quentin Dimitri	3 ans	Achille
11-12 ans	Niels Clara Valentin Pierre Laure Coralie Serigne Alexia Kubra Iris Bessim Lucas 2 Ebubekir Caroline Tom Aliou		

IV.5. Mesures-Analyses

Mesures acoustiques

Nous utiliserons dans notre travail la méthode acoustique dans un but précis, et effectuerons diverses mesures sur le signal. Cela nous permettra également de vérifier la différence de netteté de ce signal entre nos deux groupes de sujets, pathologiques et non pathologiques.

Toutes les mesures ont été faites à l'aide du logiciel Praat.

Différents événements acoustico-articulatoires sont visibles dans le signal acoustique ; à partir d'un signal acoustique continu, il est possible de déceler des événements phonétiques permettant de remonter aux configurations articulatoires (Abry *et al.*, 1985). Ces événements sont constitués en couples, et nous retenons la description de Sock (1998) :

Voice Onset (VO) et Voice Termination (VT)

Liés aux mécanismes glottiques et marquent le début et la fin de l'excitation périodique dite « régulière », ces événements délimitent respectivement le début et la fin de voisement.

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

Il s'agit du début et de la fin de la structure vocalique voisée. Ce paramètre dépend de décisions relatives aux catégories « vocalique » et « consonantique ». Ces deux événements sont liés à la fonction de transfert du conduit vocal. Ils traduisent l'état de ce conduit lors des productions vocaliques et marquent donc le début et la fin d'un état supraglottique vocalique, représenté sur le spectrogramme par une structure formantique bien définie.

CFO – CFT (Consonantal Frication Onset & Termination). Ils marquent le début et la fin consonantique fricative.

Une telle séquence, ainsi étiquetée en événements nous permet de structurer le signal en relations pertinentes entre événements, telles le VOT (Lisker & Abramson, 1964 ; Klatt, 1975), et le VTT (Agnello, 1975 ; Sock, 1983), 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.

A partir de ces événements, nous avons pu définir les relations temporelles suivantes :

Le VOT

Selon Lisker et Abramson (1964), le VOT (*Voice Onset Time*), ou délai d'établissement du voisement, est défini, pour les plosives uniquement, comme la durée séparant le relâchement (CFO) de la mise en vibration des cordes vocales (VO). Il peut donc être positif (pour les non voisées), négatif (pour les voisées) ou nul s'il y a une simultanéité des événements CFO et VO. Il est

important de signaler que le VOT est un indice essentiel pour la classification perceptive des occlusives voisées / non voisées (Lieberman *et al.*, 1958). Ainsi, si ce délai est négatif ou nul, l'occlusive est perçue comme voisée, s'il est positif, l'occlusive est perçue comme non voisée, voire affriquée.

Selon Klatt (1975), le VOT est défini comme la durée entre le relâchement (CFO) et le début de l'état vocalique voisé (VVO) dans le cas des plosives, entre CFO et VVO dans le cas des fricatives. Il est à noter que contrairement à celui de Lisker et Abramson, le VOT de Klatt est toujours positif (*cf.* Figure 14).

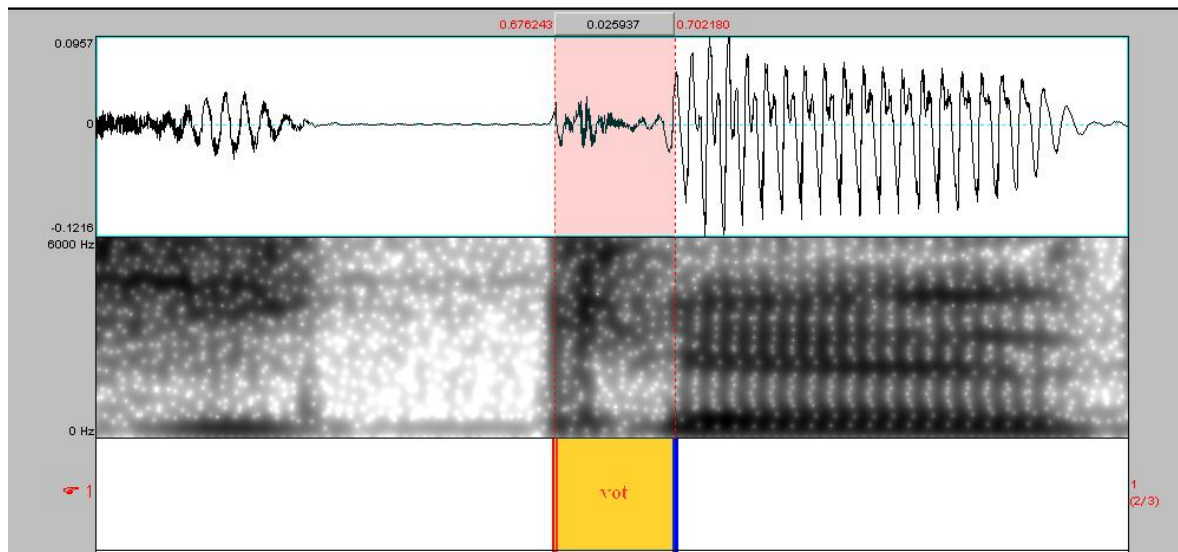


Figure 14 : VOT de Klatt (Voice Onset Time ou délai d'établissement du voisement).

La mesure retenue pour le délai d'établissement du voisement ou *Voice Onset Time* (VOT de Klatt, 1975) va de l'explosion consonantique au début de la structure formantique stable de la voyelle suivante.

Le VTT

Le VTT (*Voice Termination Time*), ou délai d'arrêt du voisement, correspond à la période de transition menant à la fermeture complète du conduit vocal. Il est à noter que c'est Agnello (1975) qui, le premier, a utilisé cette mesure, en la définissant comme « the time lapse from the last glottal pulse to maximal intra-oral air pressure, or articulatory closure ». Autrement dit, Agnello (1975) considère le VTT comme l'intervalle allant de la dernière impulsion glottique jusqu'à la pression intra orale maximale ou la closion articuloire (*cf.* Figure 15).

Par la suite, Sock (1983), Abry *et al.* (1985) et Van den Berg (1988) ont repris cette mesure en la définissant comme le temps que mettent les cordes vocales pour s'arrêter de vibrer (VI) après closion ou constriction consonantique dans le conduit vocal. La définition de Falch'Hun (1965) vient compléter ces études sur le VTT lorsqu'il ajoute que presque toutes les occlusives sourdes intervocaliques commencent par une phase sonore, qui correspond à la montée de la pression pulmonaire du niveau vocalique précédant au niveau consonantique propre à l'occlusive sourde, niveau où cette pression pulmonaire se stabilise.

Par extrapolation, il semblerait possible de définir le VTT comme le temps nécessaire à la reconstruction de la pression d'air subglottique indispensable à l'arrêt du voisement.

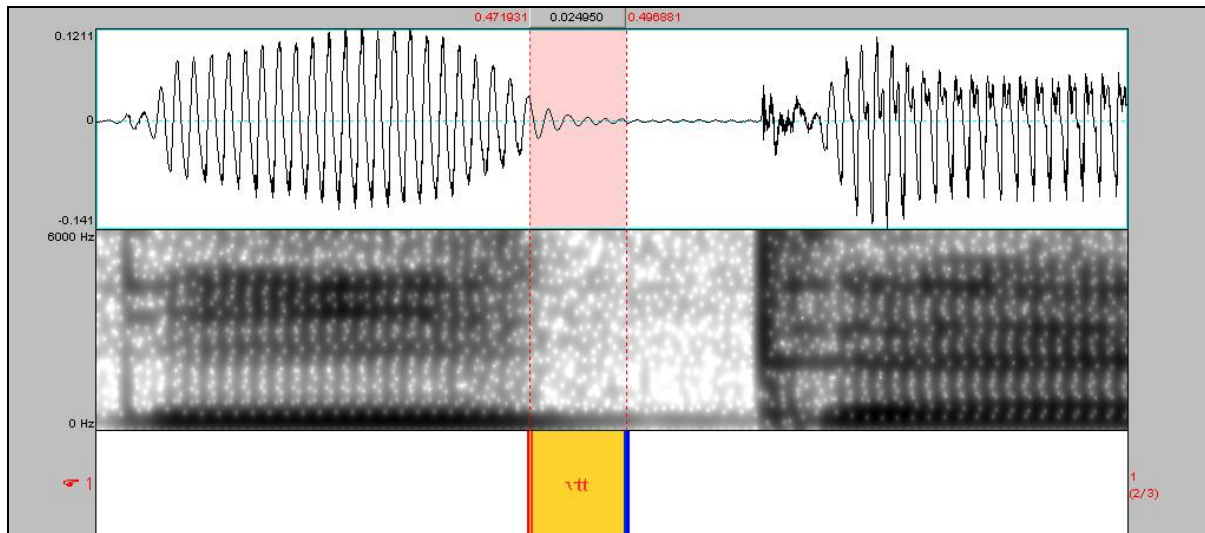


Figure 15 : Le VTT ou Voice Termination Time.

Dans un premier temps, nous avons procédé à une segmentation par son, afin de créer des fichiers de répétition d'un même paradigme.

Ensuite, nous avons relevé les mesures de façon automatique grâce au script suivant

Tableau 27 : Sript praat utilisé pour nos mesures.

```

file$ =
"resultats_log_file4.txt"
outputfile$ = ""dossier$" + "\" + file$
if fileReadable (outputfile$)
Else
fileappend 'outputfile$'
phoneme'tab'$f1'tab'$f2'tab'$f3'tab'$f0'tab'$intensite'tab'$duree'newline$'
endif
cursor = Get cursor
f1 = Get first formant
f1 = round (f1)
f2 = Get second formant
f2 = round (f2)
f3 = Get third formant
f3 = round (f3)
intensite = Get intensity
intensite = round (intensite)
pitch = Get pitch
pitch = round(pitch)
selection = Get selection
length

        if (selection = 0)
            label$ = Get label of interval
            begin = Get starting point of interval
            end = Get end point of
            interval
    
```

```

        duree = round ((end - begin)*1000)
    else
        label$ = Get label of interval
        duree =
        round(selection*1000)
    endif
fileappend 'outputfile$' 'label$' 'tab$' 'f1' 'tab$' 'f2' 'tab$' 'f3' 'tab$' 'pitch' 'tab$' 'intensite' 'tab$' 'duree'
'newline$'

```

Ce script (Tableau 27) nous a permis de relever les valeurs de F0, F1, F2, F3 et F4, la durée et l'intensité, de façon automatique, à l'endroit précis pointé par le curseur, sur le signal. Il est à noter, en ce qui concerne les mesures de formants, que les mesures des locuteurs sains ont été vérifiées, mais correspondaient le plus souvent aux valeurs relevées par le logiciel. Ce n'était pas le cas des mesures de valeurs des locuteurs pathologiques. En effet, pour ces derniers, une majorité des mesures relevées automatiquement ont du être corrigées manuellement. Le logiciel Praat a très souvent détecté des valeurs formantiques erratiques.

IV.5.1. Mesures et analyses des durées

- Pour chaque séquence VCV, nous avons mesuré la durée (*cf.* Figure 16):
 - de la première voyelle (V1) ;
 - de la consonne intervocalique ;
 - de la seconde voyelle (V2).

Pour la durée absolue de la voyelle, elle a été quantifiée entre VVO et VVT, autrement dit entre respectivement le début et la fin d'une structure formantique vocalique clairement définie. Afin de normaliser les valeurs obtenues, nous avons calculé le pourcentage de temps pris par la phase vocalique dans l'intervalle VC, le C étant toujours un [p]. Nous reviendrons *infra* sur l'importance de prendre en considération des valeurs relatives, lorsque qu'il s'agit d'analyser des durées segmentales en production de la parole.

- Pour chaque consonne, nous avons relevé la durée :
 1. du VTT ;
 2. du silence acoustique (pour les non voisées) ;
 3. du VOT.

Pour chaque voyelle, les valeurs des formants ont été relevées au début et au milieu de la voyelle.

Chaque séquence a ensuite été analysée en valeurs absolues, et en valeurs relatives.

Nous soulignons l'importance de prendre en compte les deux types de valeurs. Si les données temporelles en valeurs absolues permettent de quantifier l'étendue d'un paramètre quelconque, les valeurs relatives, elles, nous offrent la possibilité d'apprécier le maintien ou non des rapports entre des paramètres spécifiques, dans des conditions différentes. Sur le plan temporel, ce sont essentiellement les différences de vitesses d'élocution intrinsèques aux locuteurs qui sont les sources majeures de l'élasticité du signal de la parole (Gaitenby, 1965 ; Sock, 1998).

Par rapport la phase du silence acoustique chez les locuteurs pathologiques, on a pu constater que celle-ci est souvent réduite, très bruitée, voire inexistante. Nous avons tout de même enregistré cette phase, dans la mesure où elle était distinguable des autres phases de la consonne. Ainsi, nous avons, autant que faire se peut, pu conserver les valeurs des phases de VTT et de VOT, pour comparer leurs valeurs de durée à celles du groupe de locuteurs sains.

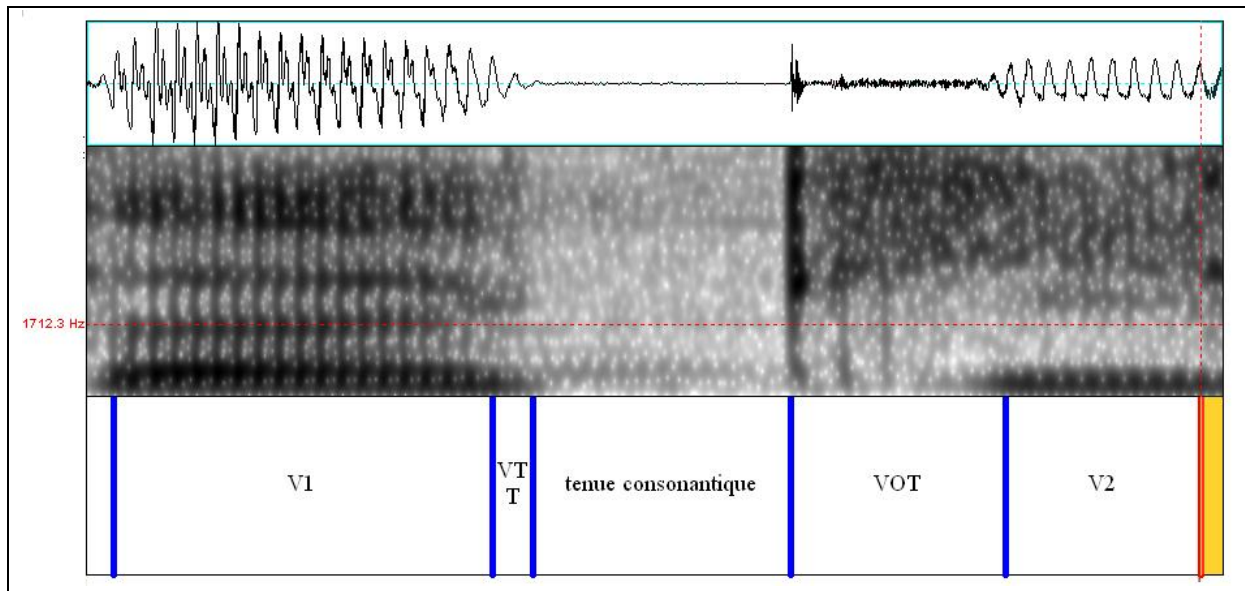


Figure 16 : Illustration des mesures de durées.

IV.5.2. Mesures et analyses formantiques

Suivant Canault (2007), nous avons modifié les différents paramètres attribués par défaut, par le logiciel, dans le menu « formant » sous Formant settings, en nous appuyant sur le guide d'utilisation proposé par Sidney Wood sur son site internet. Les paramètres sont : *Maximum formant*, *Number of formants*, *Dynamic range*, *Window length* et *Dot size*. - Le nombre de formants (*Number of formants*) doit être supérieur à celui nécessaire à l'étude pour un meilleur suivi. Nous avons besoin de trois formants seulement, mais nous avons choisi de monter le nombre à 5. - La fréquence formantique maximale (*Maximum formant*) correspond à l'étendue du spectre que l'on veut couvrir. Elle dépend du nombre de formants sélectionnés et du locuteur. Selon les recommandations de Sidney Wood, chez un locuteur masculin, un formant est

approximativement détecté dans chaque bande de 1000 Hz environ. Par conséquent, si l'on veut observer 5 formants, il faut élever la fréquence maximale du spectre à 5000 Hz environ. Pour un sujet féminin, il faut augmenter de 10% cette valeur et de cette manière étendre la fréquence maximale spectrale à 5500Hz. Compte tenu du nombre de formants analysés et des informations que l'on possède sur la fréquence fondamentale (Whalen *et al.* 1994) et les valeurs formantiques chez l'enfant nous avons choisi une valeur maximale de 8000 Hz (environ un formant dans chaque bande de 1600 Hz). - La taille de la fenêtre (*Window length*) spécifie la fenêtre de signal utilisée pour calculer chaque point. En d'autres termes, elle pourrait correspondre à la résolution temporelle. La valeur proposée par défaut est 0.025s et a rarement besoin d'être modifiée. Une taille de fenêtre trop petite peut donner des valeurs formantiques fausses, par précaution nous avons augmenté la taille de cette fenêtre à 0.04s.

IV.5.2.1. Mesures de F2 début /F2 milieu

Pour l'étude d'équation du locus, nous avons prélevé les valeurs de F2 début au début de la structure formantique stable de V2 dans une séquence V1CV2 et au milieu de cette seconde voyelle (Figure 17).

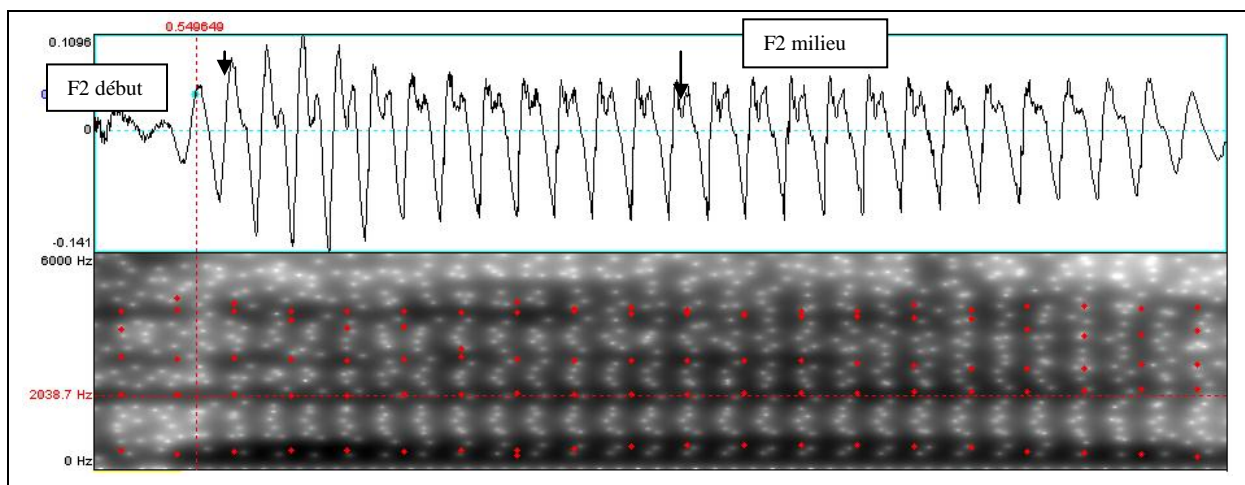


Figure 17 : Illustration des mesures de F2 début/F2 milieu pour le calcul de l'équation du locus.

IV.5.2.2. Mesures de F1/ F2

Nous avons relevé les mesures de F1 et de F2 au milieu de la structure formantique stable de la voyelle, d'abord automatiquement, puis vérifié manuellement (*cf.* Figure 18). Les valeurs ainsi acquises représentent les résonances dans le conduit vocal, permettant d'inférer la configuration du conduit vocal lors de la production des voyelles étudiées. Celle-ci est alors aisément observée sur un graphique mettant en corrélation les valeurs de F2 en abscisse, et de F1 en ordonnée.

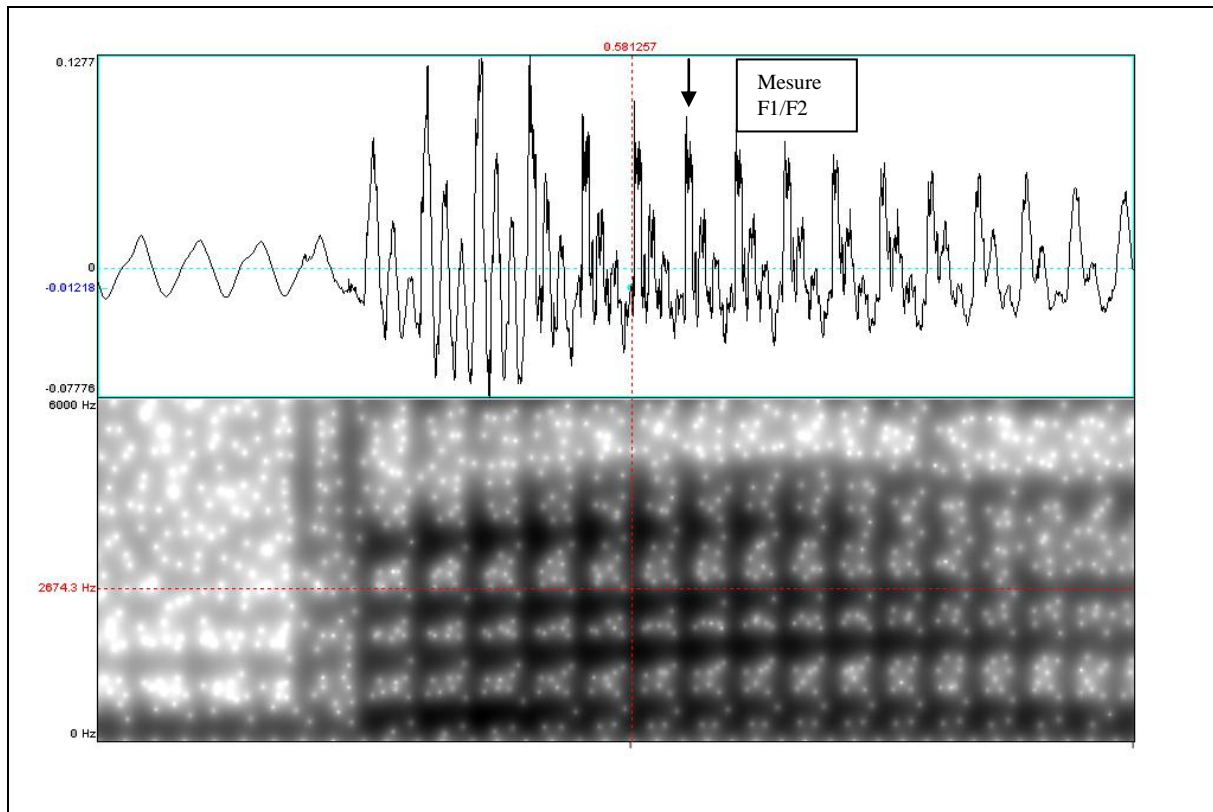


Figure 18 : Illustration des mesures de F1/F2 au centre de la voyelle pour les triangles vocaliques.

En ce qui concerne l'analyse des espaces vocaliques et consonantiques, le calcul de ces espaces a été obtenu par la formule de Héron :

Aire = $\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$ où $p = \frac{1}{2}(a+b+c)$ et a, b et c représentent les coordonnées entre 2 voyelles ou entre 2 consonnes : $(a = \sqrt{((xc - xb)^2 + (yc - yb)^2})$ $b = \sqrt{((xc - xa)^2 + (yc - ya)^2)}$ $c = \sqrt{((xa - xb)^2 + (ya - yb)^2)}$.

Ainsi, ces mesures nous ont permis de produire des graphiques offrant des représentations sous forme de triangles vocaliques et consonantiques.

IV.5.2.3. Mesures de F2/F3

Les valeurs de F2/ F3 ont été prélevées manuellement à l'explosion de l'occlusive, lieu de transition CV (cf. Figure 19). Ces mesures, ainsi que l'observation des transitions CV offrent une indication du lieu d'articulation de la production de l'occlusive.

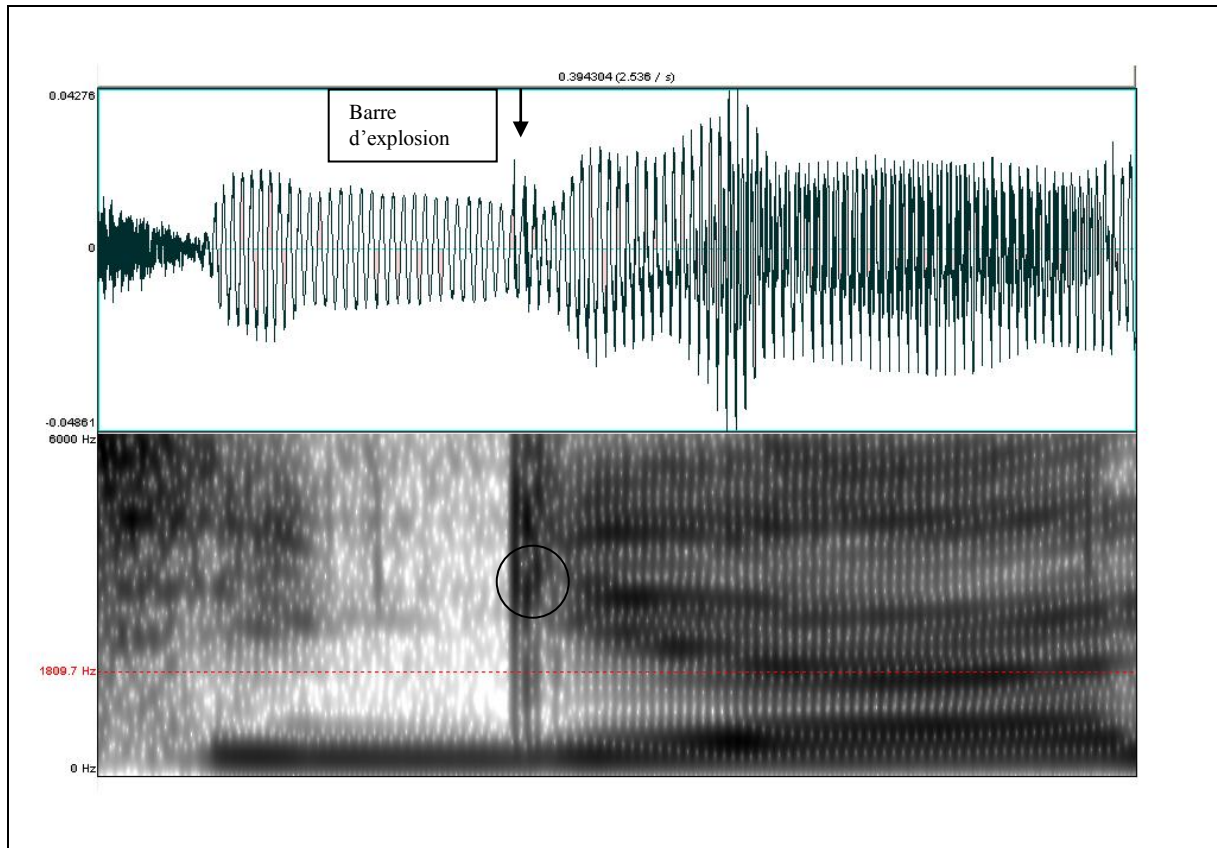


Figure 19 : Illustration des mesures de la transition CV avec relevée des mesures de F2/F3 à l'explosion.

A partir de ces données, nous avons pu réaliser des triangles consonantiques, plaçant les valeurs de F2 en Abscisse et celles de F3 en ordonnées, selon le modèle de Abry (2003).

Nous avons également mesuré, pour les études formantiques, les durées vocaliques et consonantiques. Cela nous a permis de vérifier si certaines variations de ces valeurs formantiques étaient liées à une variation de durée des segments.

Nous parlons également de l'aspect qualitatif des sons dans notre étude. Cet aperçu qualitatif repose sur nos propres connaissances du signal acoustique des locuteurs sains, que nous comparons au signal observé chez les locuteurs pathologiques.

IV.6. Analyses statistiques : remarques générales

Nous avons procédé à des analyses de variance ANOVA pour chacune de nos quatre expériences.

Signalons qu'en déterminant la signification statistique des *effets principaux*, seuls les résultats significatifs avec une probabilité de moins de cinq pour cent d'avoir été obtenus par chance ($p < 0.05$) ont été retenus (pour plus de détails chiffrés sur les résultats obtenus de l'analyse des effets principaux, nous renvoyons aux différentes expériences). Des indications plus précises sur les différences significatives seront dérivées des oppositions *a posteriori* entre les moyennes de groupes, paire-par-paire.

Soulignons toutefois que pour une meilleure compréhension de certaines différences de comportement entre locuteurs pathologiques et locuteurs sains, nous nous sommes permise d'analyser des oppositions qui ne reposaient que sur peu de données et donc pas statistiquement significatives. Ainsi, le terme « significatif » à l'intérieur des analyses pot-hocs reposent sur les valeurs de moyennes et d'écart-types. Dans ce cas, nous le précisons lors des conclusions de chaque analyse en utilisant le terme de « tendances » pour nuancer la robustesse des résultats obtenus.

Dans le domaine du collectage de données pathologiques, il est bien connu que la possibilité de manier de grands nombres de données ne s'offre pas toujours au chercheur.

Résumé Chapitre V

L'étude menée dans ce chapitre tend à souligner d'éventuels traits caractéristiques de la production de la parole, notamment au niveau temporel, par des locuteurs opérés de fente palatine, et ce en fonction de l'âge et du type de pathologie. Après avoir présenté la démarche suivie pour effectuer les analyses statistiques, ainsi que le protocole expérimental et les paradigmes linguistiques (sujets, types de pathologies, corpus et paramètres temporels mesurés), les hypothèses suivantes sont formulées :

- (1) En raison des difficultés que présentent les locuteurs à obtenir une occlusion correcte, les occlusives linguales étudiées ([t, d, k, g]) pourraient présenter, *qualitativement*, des propriétés de fricatives.
- (2) Corollairement à ce ratage d'occlusion linguo-palatale, *quantitativement*, le VTT pourrait avoir une durée plus longue chez les locuteurs pathologiques. En effet, en raison d'un contact lingual non étanche, le voisement pourrait mettre davantage de temps à s'amortir après la disparition de la structure formantique de la voyelle, provoquée par la closure linguale plus ou moins réussie.
- (3) Relativement aux difficultés du contrôle de fermeture des occlusives, et au relâchement subséquent, le bruit de l'explosion du relâchement de l'occlusive pourrait affecter la voyelle suivante, retardant l'apparition d'une structure formantique claire, et augmentant de fait la durée du VOT.
- (4) Ces difficultés de contrôle de fermeture pourraient également se refléter dans la durée de la tenue consonantique acoustique.

La présentation détaillée des résultats, tout en confirmant ces hypothèses, indique que ces résultats au niveau temporel sont à nuancer dans certains cas, étant donné la difficulté à systématiquement lier le type de pathologie à un comportement défini, et la grande variabilité observée surtout chez les plus jeunes sujets pathologiques. Cette variabilité tend à s'estomper avec l'âge, c'est-à-dire chez les sujets pathologiques de 18 ans.

CHAPITRE V

V. Expérience 1 : Etude de la durée chez les locuteurs porteurs de fente palatine dans des productions de séquences VCV

V.0. Introduction

La présente étude tend à souligner d'éventuels traits caractéristiques de la production de la parole, notamment au niveau temporel, par des locuteurs opérés de fente palatine, et ce en fonction de l'âge et du type de pathologie.

Rappelons que les enfants atteints de cette pathologie ont des difficultés à produire certains sons, et en particulier les occlusives. En effet, tel qu'on le verra dans la présente étude, l'explosion de l'occlusive n'est pas nette, et la constrictive correspondant à l'occlusive voulue au niveau articulatoire est souvent réalisée à la suite de cette occlusive, provoquant une durée plus importante du VOT.

De même, la fente palatine empêche le locuteur d'atteindre une pression orale nécessaire à la production des consonnes, telles que les occlusives. Les sujets ayant une fente palatine auront donc recours à diverses articulations compensatoires (section II.4). Ainsi, tel que l'ont démontré Ha *et al.*, la durée des voyelles est, par exemple, généralement supérieure chez ces locuteurs par rapport aux locuteurs de contrôle.

V.1. Procédure expérimentale

V.1.1. Locuteurs retenus pour l'étude de durée

V.1.1.1. Locuteurs pathologiques

Nous avons retenu :

- 7 sujets pathologiques de type 1,
- 10 sujets de type 3,
- 10 sujets de type 4,
- 4 sujets de type 5.

Le tableau ci-dessous (Tableau 28) présente des précisions relatives à ces locuteurs pathologiques, regroupés en fonction du type de fente, puis en fonction de l'âge.

Tableau 28 : Ensemble des locuteurs pathologiques retenus pour l'étude des durées.

	locuteurs	âge	Pathologie
Type 1 : Fente palatine postérieure	Frédéric	9 ans+3 mois	Fente palatine postérieure + encoche
	Grégoire	9 ans+3 mois	Fente palatine postérieure
	Safia	+6 mois	Fente palatine postérieure
	Julie	+7 mois	Fente palatine postérieure
	Elodie	14 ans +6 mois	Fente palatine postérieure
	Jonathan	16 ans +9 mois	Fente labiale gauche + Fente palatine postérieure
	Alexanne	17 ans +6 mois	Fente palatine postérieure
Type 3 : Fente Labio-palatine unilatérale	Tiago	9 ans	Fente labio-palatine totale gauche
	Ottman	10 +8 mois	Fente labio-palatine droite
	Jérémie	11 ans +5 mois	Fente labio-palatine totale gauche
	Bruno	+ 8 mois	Fente labio-palatine totale droite + cicatricielle gauche (pharyngoplastie)
	Jannis	12 ans + 3 mois	Fente labio-palatine totale droite
	Joseph	+5 mois	Fente labio-palatine totale gauche
	Nicolas	+5 mois	Fente labio-palatine unilatérale simple
	Yeter	14 ans	Fente palatine totale + Pierre Robin
	Jérémie 2	+5 mois	Fente labio-palatine totale gauche
	Vanessa	18 ans + 8 mois	Fente palatine totale
Type 4 : Fente labio-palatine bilatérale totale	Eliott	9 ans+2 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Berfin	+6 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Lucas	+6 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Mike	11 ans+6 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Cyril	11 ans+6 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Laura	12 ans+2 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Corentin	+ 4 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Daisy	+6 mois	Fente labio-palatine bilatérale
	Alicia	14 ans +10 mois	Fente labio-palatine bilatérale
	Elodie	15 ans +6 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
Type 5 : Fente sous muqueuse	Marie-Sarah	8 ans +6 mois	Fente palatine sous-muqueuse
	Manon	9 ans +2 mois	Fente palatine sous muqueuse
	Kamel	13 ans +5 mois	Fente palatine sous-muqueuse (non opérée)
	Adrian	15 ans +5 mois	Fente palatine sous muqueuse

V.1.1.2. Locuteurs sains

Le tableau ci-dessous (Tableau 29) regroupe les locuteurs sains retenus pour cette étude en fonction de l'âge.

Tableau 29 : Ensemble des locuteurs sains retenus pour l'étude des durées.

9 ans	Zoé	12 ans	Niels	15 ans	Danièle
	Killian		Clara		Marion
	Lucas		Pierre		Jean-François
	Robinson		Iris	18 ans	Fac fille 1
	Lorna		Bessim		Fac fille 2
	Flavie		Lucas		Florian
	Quentin		Ebubekir		
	Tristan		Caroline		
	Alan		Tom		
	Emile		Aliou		

V.1.2. Corpus retenu pour l'étude de durée

Pour cette expérience, nous avons analysé le corpus 1, soit les 3 occlusives sourdes [p, t, k] et 3 occlusives sonores comprises entre [a] et [i], et [i] et [a] :

- Le **b**âtiment ləbatimã
- Le **t**apis vert lətapivɛɾ
- C'est à **q**ui ça ? sɛtakisa
- Un **h**abit vert œnabivɛɾ
- Le **r**adis cru ləradikrɥ
- La **g**uimauve lagimɔv
- L'**i**talie litali
- Il **y** parle iliparl
- La **c**icatrice lasikatris
- Il **y** balaie ilibalɛ
- Formid**a**ble fɔɾmidabl
- La **c**igale lasigal

Nous renvoyons notre lecteur au Chapitre IV, section 3, pour la justification du choix de ce corpus.

Chaque occurrence a été répétée 10 fois par chaque locuteur.

V.1.3. Acquisition des données

Les enregistrements des locuteurs pathologiques ont été effectués à l'Hôpital de Hautepierre, à Strasbourg, avec un enregistreur numérique (Fostex FR²® sur carte Flash II) et un micro directif (Sennheiser e845 S®). Les sujets sains ont été enregistrés dans une salle calme d'un collège, avec le même matériel.

V.1.4. Mesures

Le signal acoustique a été segmenté manuellement, suivant la forme du signal et du spectrogramme correspondant. Nous avons mesuré, pour chaque occurrence, la durée de chaque voyelle, en prenant pour repères l'apparition et la disparition d'une structure formantique clairement définie. Pour les occlusives sourdes, nous avons mesuré ce que l'on appellera le VTT (Voice Termination Time), ou délai d'arrêt du voisement (Agnello, 1975 ; Sock, 1983 ; 1998), qui correspond à l'intervalle entre la disparition de la structure formantique claire de la voyelle et la fin des vibrations périodiques de source glottique. Nous avons ensuite mesuré le VOT, celui de Klatt (1975), qui va de l'explosion acoustique, due au relâchement, à l'apparition de la structure formantique claire de la voyelle subséquente. (*cf.* Figure 16 dans le chapitre IV).

V.1.5. Analyses des données

Nous présentons les résultats sous forme de graphiques afin de proposer une comparaison entre les locuteurs, plus aisée à lire.

Ainsi, dans un premier temps, nous nous attacherons à analyser les locuteurs en fonction du type de fente ; nous comparerons alors les résultats par âges. Dans un second temps, nous comparerons les différents types de fentes entre eux. Ces analyses se feront également en fonction de l'âge, c'est-à-dire que nous analyserons des enfants du même âge, mais ayant un type de fente différent. Chaque consonne est étudiée dans les deux contextes [iCa] et [aCi].

Aussi, nous analyserons à chaque fois les valeurs absolues, et les valeurs relatives. Ces dernières nous paraissent primordiales dans la mesure où cela nous permet de normaliser les données, principalement, par rapport aux variations de durées liées à la vitesse d'élocution potentiellement différente d'un sujet à l'autre.

Nos hypothèses sont les suivantes :

- (1) En raison des difficultés que présentent les locuteurs à obtenir une occlusion correcte, les occlusives linguales étudiées ici pourraient présenter, *qualitativement*, des propriétés de fricatives.
- (2) Corollairement à ce ratage d'occlusion linguo-palatale, *quantitativement*, le VTT pourrait avoir une durée plus longue chez les locuteurs pathologiques. En effet, suite à un contact lingual approximatif, le voisement pourrait mettre davantage de temps à s'amortir après la disparition de la structure formantique de la voyelle, provoquée par la closure linguale plus ou moins réussie.
- (3) Relativement aux difficultés du contrôle de fermeture des occlusives, et au relâchement subséquent, le bruit de l'explosion du relâchement de l'occlusive pourrait affecter la voyelle suivante, retardant l'apparition d'une structure formantique claire, et augmentant de fait la durée du VOT.
- (4) Ces difficultés de contrôle de fermeture pourraient également se refléter dans la durée de la tenue consonantique acoustique.

V.2. Résultats

Rappelons que les résultats présentés dans cette investigation reposent sur des mesures de :

4 occlusives, 2 non voisées et 2 voisées ;

ces occlusives placées dans 2 contextes vocaliques, [i-a] et [a-i] ;

20 répétitions de chaque occlusive (10 dans chaque contexte vocalique) ;

chaque occlusive prononcée par 57 locuteurs. Nous avons retenu 26 locuteurs sains et 26 locuteurs pathologiques (de façon à avoir deux échantillons de population composés d'un nombre de locuteurs comparable au niveau de l'âge) afin de pouvoir procéder aux analyses de variance correctement.

Les analyses de variance (ANOVA à mesures répétées) ont été effectuées pour toutes les variables (V1, VTT, Silence acoustique, VOT, V2, durée totale VCV, durée totale consonne, %C/VCV, %VTT/C et %VOT/C), avec $p < 0,05$. Il s'agissait de déterminer s'il existait des effets principaux des facteurs suivants :

Pathologie

Contexte vocalique

Sonorité

Dans cette investigation, aucun effet principal n'a été constaté pour la variable V1 ($p = ns$).

En revanche, les 3 effets principaux se sont révélés statistiquement significatifs pour la variable VTT. Ce sont : (1) pathologie [F(1, 50)= 64,44, $p < 0,0000$] ; (2) contexte vocalique [F(1, 50)=15,67, $p < 0,000238$] ; (3) sonorité [F(1, 50)=58,64, $p < 0,0000$].

Ces résultats révèlent que tous contextes et toutes conditions confondus, le VTT est significativement plus long chez les sujets *pathologiques*, porteurs de fentes palatine et labio-palatine, par rapport aux sujets sains. Aussi, l'interaction des facteurs (1) et (2) [F(1, 50)=7,22, $p < 0,009772$] montre que les durées de VTT sont significativement plus longues en *contexte* [a-i] par rapport au contexte [i-a]. Ces données nous indiquent que la population des sujets pathologiques, qui a systématiquement des VTT plus longs, a plus de difficultés à réaliser une occlusion linguo-palatale, surtout lorsque la voyelle est une voyelle de grande ouverture. En ce qui concerne l'opposition de *sonorité* (voisée *vs.* non voisée), l'interaction des facteurs (1) et (3) [F(1, 50)=191,25, $p < 0,0000$] montre que les sujets pathologiques ont des VTT significativement plus longs que leurs homologues sains en contexte non voisé.

Pour la variable Silence acoustique, les 3 effets principaux se sont également révélés statistiquement significatifs : (1) pathologie [F(1, 50)=152,56, $p < 0,0000$] ; (2) contexte vocalique [F(1, 50)=7,65, $p < 0,007927$] ; (3) sonorité [F(1, 50)=384,30, $p < 0,0000$].

De manière générale, le silence acoustique est absent chez les locuteurs *pathologiques* (des vibrations régulières ou quasi-régulières apparaissent tout au long de la phase consonantique de l'occlusive théoriquement non voisée). Néanmoins, l'opposition de sonorité reste opérationnelle puisque les sujets sains la réalisent systématiquement, même si les sujets pathologiques perdent cette opposition du moins au niveau quantitatif à partir des données sur l'absence d'un silence acoustique. L'interaction des facteurs (1) et (3) [F(1, 50)=345,71, $p < 0,0000$] en témoigne.

L'interaction des facteurs (1) et (2) est également significatif [F(1, 50)=6,84, $p < 0,011778$] ; révélant une différence de durée du silence acoustique chez les locuteurs pathologiques et les locuteurs de contrôle en fonction du contexte vocalique ; chez les locuteurs pathologiques, la phase de silence acoustique reste absente dans les deux contextes, tandis que chez les locuteurs sains, la durée de ce silence est plus longue devant la voyelle [i].

Pour la variable VOT, les trois effets principaux, (1) pathologie et (2) contexte vocalique et (3) sonorité se sont montrés statistiquement significatifs : (1) pathologie [F(1, 50)=12,85, $p < 0,000764$] ; (2) contexte vocalique [F(1, 50)=255,95, $p < 0,0000$] ; (3) [F(1, 50)=177,23, $p < 0,0000$].

Cet indice est systématiquement plus long chez les sujets *pathologiques*, en contexte [a-i] par rapport au contexte [i-a] et lors de la production des consonnes non voisées par rapport aux voisées. Ce résultat va dans le sens des résultats attendus (cf. études relatées dans le Chapitre III). En revanche, les interactions des différents facteurs ne permettent pas de donner de résultats complémentaires ($p = ns$).

En ce qui concerne la variable V2, 2 effets principaux se sont révélés statistiquement significatifs : (2) contexte vocalique [F(1, 50)=315,57, $p<0.0000$] (3) sonorité [F(1, 50)=200,92, $p<0.0000$] .

Ces résultats indiquent que les durées de V2 sont significativement plus longues lorsque V2 est un [a]. Aussi, il apparaît que la durée de V2 est significativement plus longue lorsqu'elle suit une consonne *voisée*.

Par rapport à la variable Durée totale VCV, seul un effet principal s'est révélé statistiquement significatif : (2) contexte vocalique [F(1, 50)=24,54, $p<0.0000$].

Ce paramètre permet de rendre compte de la différence significative de la durée totale VCV, qui est systématiquement plus longue en contexte [a-i]. Aussi, l'interaction entre les facteurs (1) et (2) [F(1, 50)=10,09, $p<0.002556$] permet de rendre compte du fait que la durée totale VCV est plus élevée chez les locuteurs porteurs de fentes par rapport aux locuteurs de contrôle, dans les deux contextes vocaliques.

En examinant la variable %C/VCV, les 3 effets principaux se sont également révélés statistiquement significatifs : (1) pathologie [F(1,50)=11,65 $p<0,001283$] (2) contexte vocalique [F(1,50)=381,29 $p<0,00000$] (3) sonorité [F(1,50)=47,22 $p<0,000000$].

Le pourcentage de place pris par la consonne au sein de la séquence VCV est significativement plus important chez les locuteurs *pathologiques* par rapport aux locuteurs de contrôle. Aussi, en contexte de consonne *non voisée* (cela rejoint les valeurs absolues puisque nous avons vu supra que la consonne est significativement plus longue lorsqu'il s'agit d'une occlusive non voisée).

Pour la variable %VTT/VCV, les 3 effets principaux se sont également révélés statistiquement significatifs : (1) pathologie [F(1,50)=108,48, $p<0,000000$], (2) contexte vocalique [F(1,50)=17,04 $p<0,000139$] (3) sonorité [(F(1,50)=320,13 $p<0,000000$)].

Ces résultats confirment les résultats des valeurs absolues vues *supra*, à savoir que le VTT est significativement plus long chez les locuteurs *pathologiques*, par rapport aux locuteurs sains. Il ressort également que ces valeurs de durées de VTT sont, en valeurs relatives aussi, plus importantes en contexte de consonnes *non voisées* ; cela est vérifié par l'interaction des facteurs (1) et (3) [(F(1,50)=9,10 $p<0,004016$)].

Enfin, en ce qui concerne la variable %VOT/VCV, 2 effets principaux se sont également révélés statistiquement significatifs : (2) contexte vocalique [F(1,50)=60,71 $p<0,0000$] (3) sonorité [F(1,50)=31,22 $p<0,000001$].

Les résultats des valeurs relatives du VOT montrent que le VOT prend une place plus importante au sein de la consonne chez les locuteurs *pathologiques* par rapport au VOT des locuteurs sains ; cependant, cela n'est qu'une tendance. Enfin, il apparaît que le % du VOT/VCV est plus important en contexte d'occlusive non voisée.

Nous proposons maintenant de procéder à une analyse post-hoc fine afin de mettre en exergue certaines caractéristiques spécifiques à la parole de nos locuteurs pathologiques et notamment aux types de fentes.

Les différents groupes n'étant pas équivalents (ne comptant pas le même nombre de locuteurs), et la variabilité interindividuelle (même intragroupe) étant élevée, nous avons choisi de montrer les résultats au niveau individuel pour les locuteurs pathologiques. En effet, des moyennes risqueraient de masquer certaines particularités propres à chaque locuteur, et, cette étude s'inscrivant dans la Théorie de la Viabilité (Sock, 1998 ; 2001 ; Sock & Vaxelaire, 2004), nous avons voulu mettre en avant les stratégies individuelles employées par chaque locuteur, cela pour pouvoir discuter correctement des notions de gestes possibles et de trajectoires proscrites (*cf.* Chapitre I, section 3).

En revanche, la variabilité des résultats chez les locuteurs sains n'étant pas notable, nous indiquons ces résultats par une courbe rouge pour une meilleure lisibilité du graphique.

Notons que la majorité des locuteurs porteurs de fente ne parviennent pas à produire un silence acoustique lors de la production des occlusives sourdes. Les valeurs notées en VTT dans les graphiques sont en réalité des tenues consonantiques pour ces locuteurs.

V.2.1. Analyse par type de fentes

V.2.1.1. Locuteurs porteurs d'une fente palatine de type 1

V.2.1.1.1. Contexte [t]

Aucun locuteur de ce groupe n'est âgé de 12 ans. Les locuteurs porteurs d'une fente palatine postérieure sont donc divisés en trois groupes, âgés de 9 ans, 15 ans et 18 ans.

Notons que parmi ce groupe de locuteurs, seul l'un d'eux est capable de produire des silences acoustiques lors de l'articulation des occlusives sourdes [t] et [k]. Les durées de tenues consonantiques des locuteurs n'y parvenant pas sont notées en VTT.

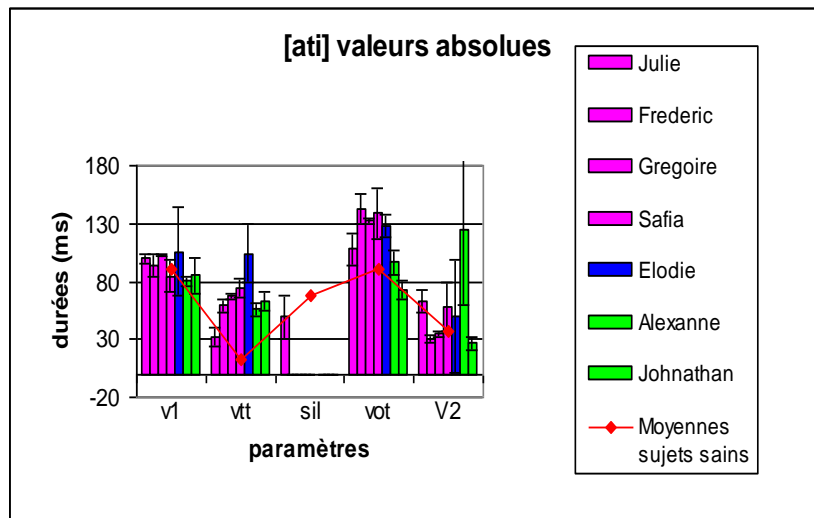


Figure 20 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1 (9 ans en rose, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

En contexte [a-i] (cf. Figure 20), la durée du VOT est plus réduite chez les locuteurs de 18 ans, comparés aux locuteurs de 9 et 15 ans (97 ms et 72 ms pour Alexanne et Jonathan, 143 ms, 132 ms et 138 ms pour Frédéric, Grégoire et Safia, respectivement, et 129 ms pour Elodie). Ainsi, les locuteurs pathologiques les plus âgés rejoignent la durée de VOT des locuteurs sains, qui est de 90 ms tandis que les autres présentent des valeurs plus élevées.

En contexte [i-a] (cf. Figure 21), la différence n'est pas significative entre les différents locuteurs en fonction de leur âge, mais les valeurs de durée du VOT restent plus basses chez les locuteurs sains par rapport aux locuteurs pathologiques.

En ce qui concerne les valeurs de tenue consonantique, en contexte [a-i], seule Elodie, âgée de 15 ans montre des valeurs plus importantes (104 ms), les autres locuteurs pathologiques ont des durées plus proches de 70 ms, ce qui reste bien supérieur aux locuteurs sains qui ont un VTT d'une durée de 11 ms en moyenne.

En contexte [i-a], deux des locuteurs (Grégoire et Safia) ont des valeurs de durée du VTT plus importantes (respectivement de 110 ms et 108 ms), mais les autres ont des durées comprises entre 60 ms et 75 ms. Seule Julie a une durée de VTT moins éloignée de celle des locuteurs sains (24 ms pour Julie, 14 ms pour les locuteurs sains), car c'est la seule locutrice à produire un silence acoustique.

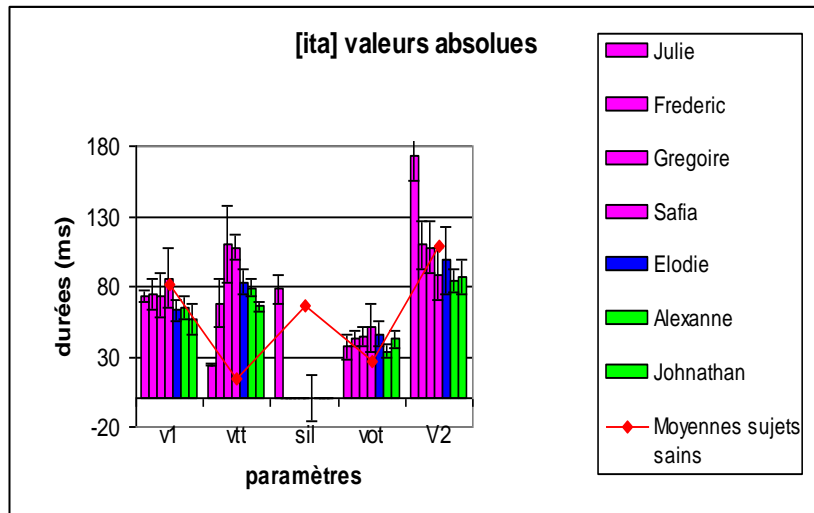


Figure 21 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1 (9 ans en rose, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

Les deux graphiques ci-dessous (22 et 23) montrent que les valeurs relatives confirment les données des valeurs absolues observées *supra*.

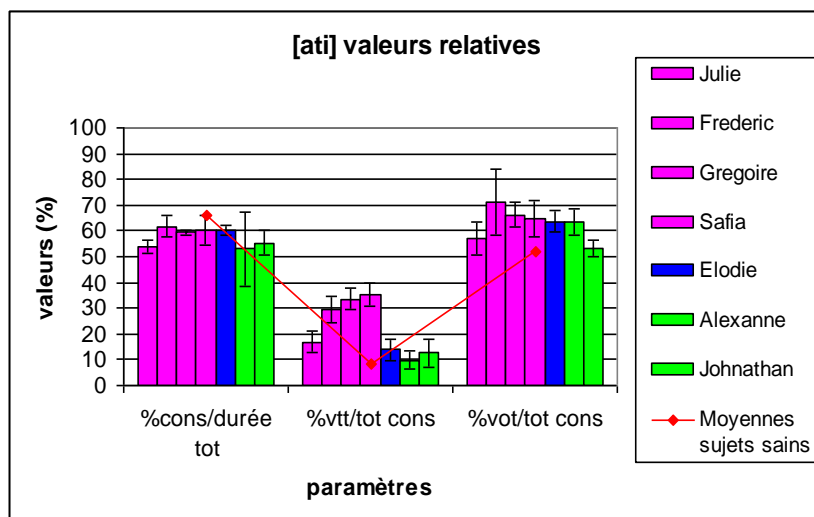


Figure 22 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1 (9 ans en rose, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

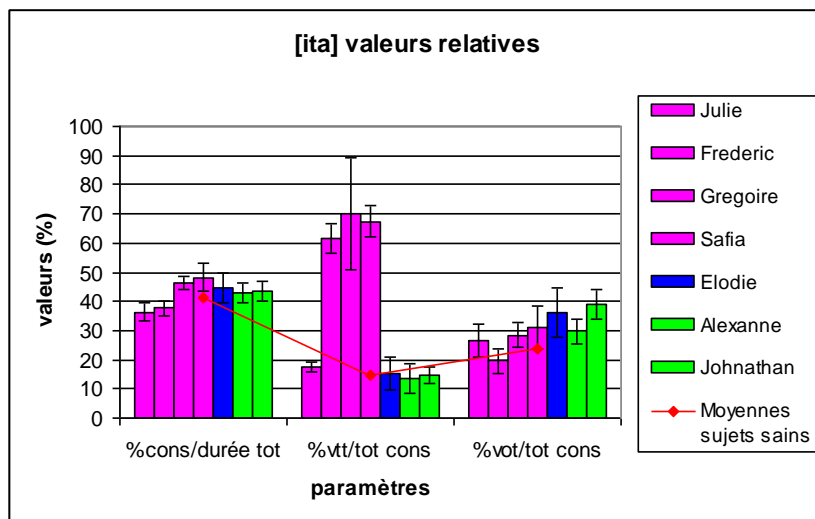


Figure 23 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1 (9 ans en rose, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

V.2.1.1.2. Contexte [k]

En contexte [a-i] (Figure 24), les durées de VOT du [k] sont plus importantes chez les locuteurs pathologiques de 9 et 15 ans par rapport aux locuteurs sains. Les valeurs des locuteurs pathologiques de 18 ans sont en revanche proches (76 ms et 59 ms pour Alexanne et Jonathan respectivement, et 67 ms pour les sujets sains).

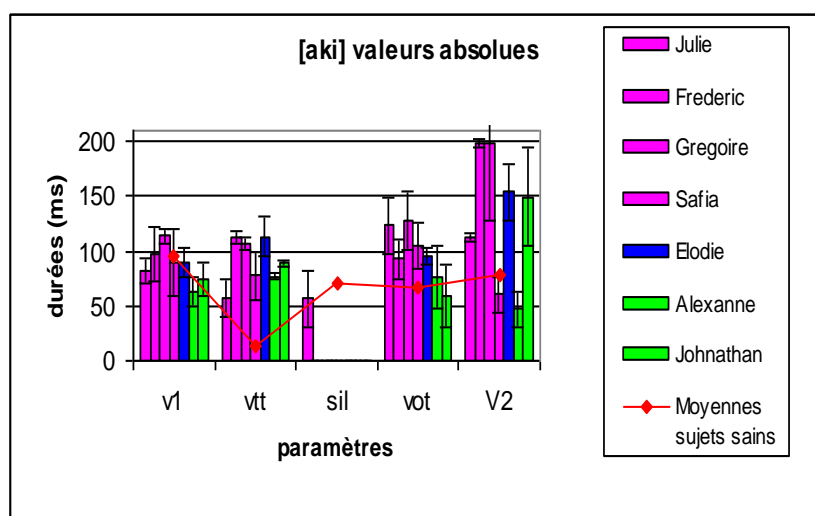


Figure 24 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1 (9 ans en rose, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

En contexte [i-a] (Figure 25), les valeurs de VOT sont plus élevées d'environ 20 ms chez Elodie, locutrice âgée de 15 ans, mais les autres locuteurs pathologiques ont des valeurs proches de celle des locuteurs sains, à savoir, 30 ms.

Les valeurs de durée de VTT sont très inégales entre les différents locuteurs pathologiques, et ce dans les deux contextes vocaliques. Il est donc difficile d'émettre des tendances par rapport à ce paramètre.

Notons tout de même que les valeurs sont largement plus importantes chez ces locuteurs que chez les locuteurs sains. En effet, nous pensons que les locuteurs pathologiques qui ne parviennent pas à produire de silence acoustique compensent cette absence par une prolongation de la tenue consonantique.

Notons que même la locutrice qui réalise des silences acoustiques a des valeurs de VTT plus long que les locuteurs sains (cela se vérifie avec les valeurs relatives ; cf. Figures 26 et 27). Cela pourrait être révélateur du désordre du contrôle moteur de la locutrice ; le système a besoin de plus de temps chez elle pour adapter les gestes et cela se reflète dans la vibration des cordes vocales, qui met davantage de temps à s'arrêter.

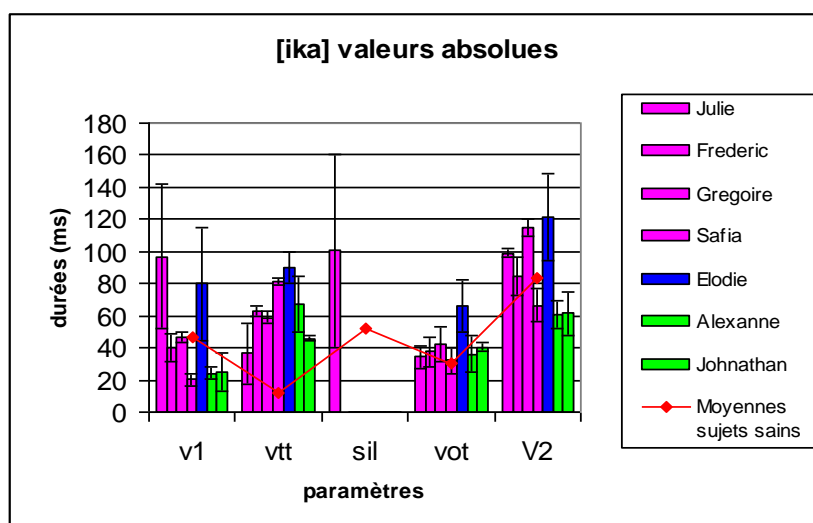


Figure 25 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1 (9 ans en rose, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

Si nous observons les valeurs relatives (Figures 26 et 27), nous pouvons observer que le pourcentage du VTT par rapport à la durée totale de la consonne est relativement semblable chez les locuteurs sains et locuteurs pathologiques de 15 et 18 ans, même si la proportion reste plus importante chez les locuteurs de 9 ans. Il semblerait donc qu'ils aient, malgré leur difficulté, conscience du geste à produire pour la réalisation du son.

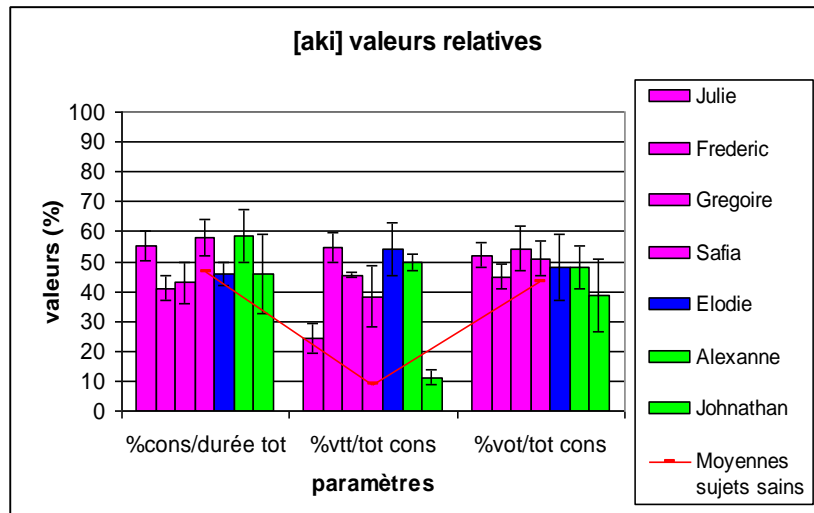


Figure 26 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1 (9 ans en rose, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

La différence entre les locuteurs sains et les locuteurs pathologiques n'est pas significative au niveau des valeurs relatives pour les durées de VTT et de VOT en contexte [a-i] et les durées du VOT en contexte [i-a]. Il en va de même en contexte [i-a] pour le VTT, excepté pour Frédéric.

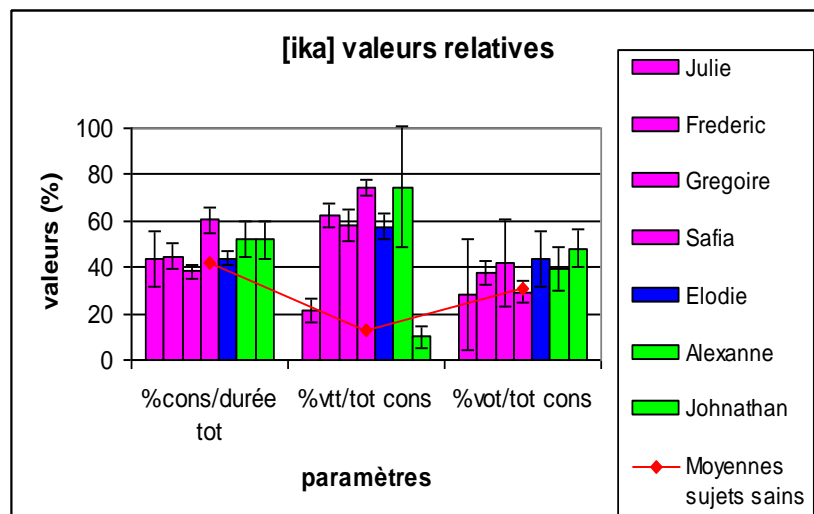


Figure 27 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1 (9 ans en rose, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

V.2.1.1.3. Contexte [d]

En contexte [adi], la différence de durée du VOT, nettement plus important chez les locuteurs sains par rapport aux locuteurs pathologiques, apparaît sur les graphiques ci-dessous, tant en valeurs absolues (Figures 28 et 29) qu'en valeurs relatives (Figures 30 et 31).

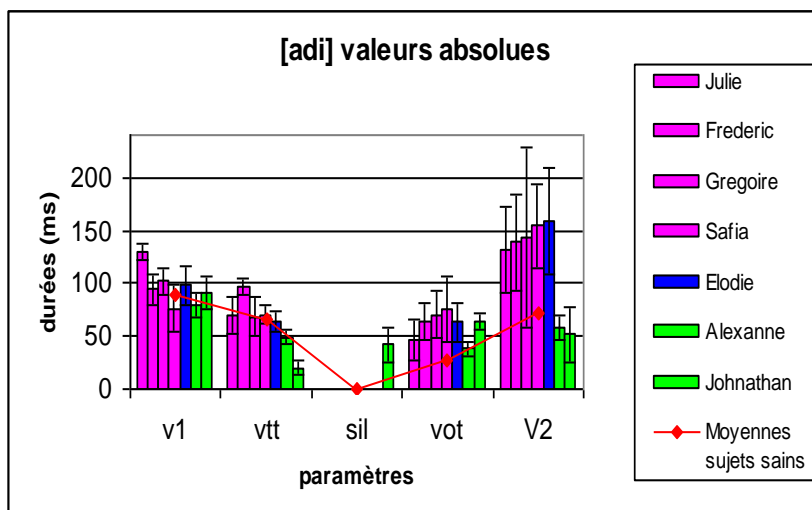


Figure 28 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1 (9 ans en rose, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

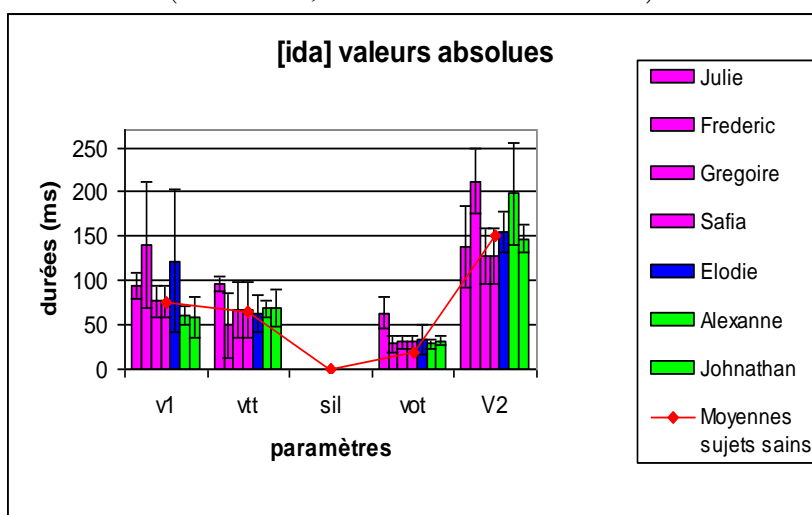


Figure 29 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1 (9 ans en rose, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

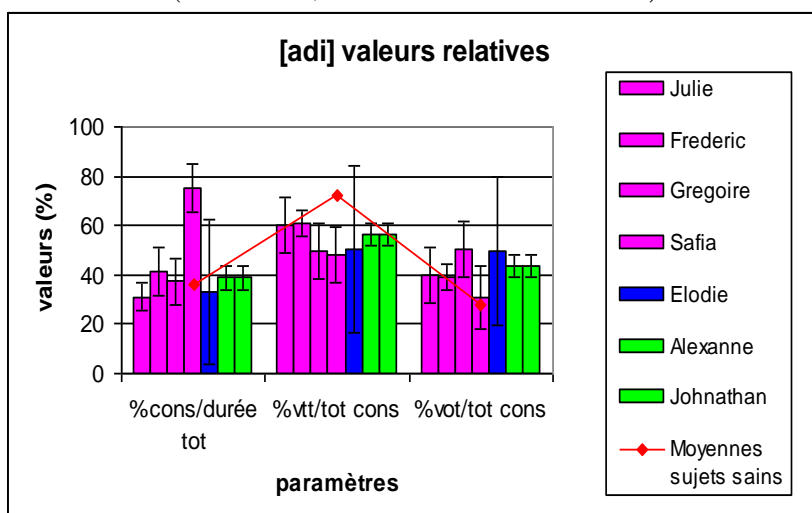


Figure 30 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1 (9 ans en rose, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

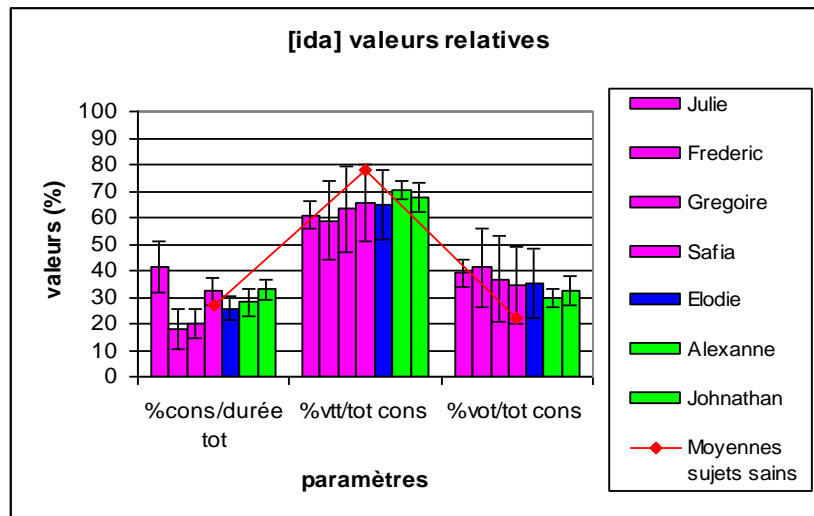


Figure 31 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1 (9 ans en rose, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

V.2.1.1.4. Contexte [g]

En contexte [agi], les productions d'Elodie étaient incorrectes, nous avons donc choisi de les écarter de l'étude afin de ne pas fausser les comparaisons de durées.

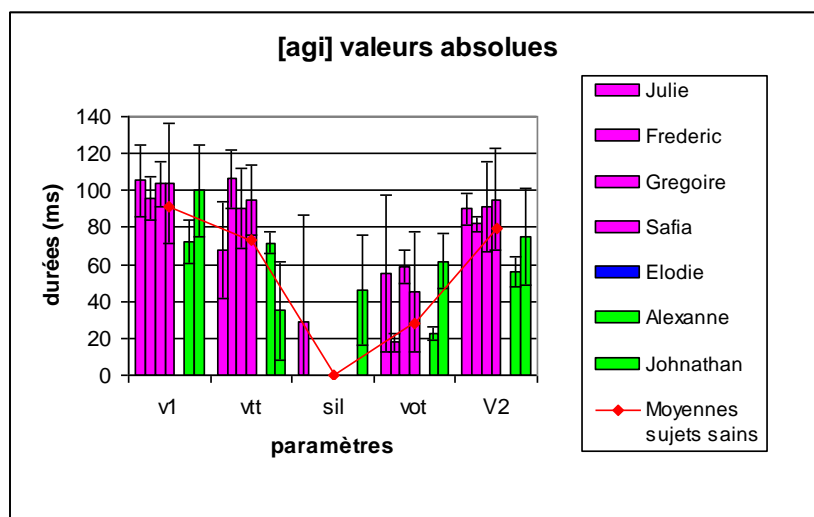


Figure 32 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1 (9 ans en rose, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

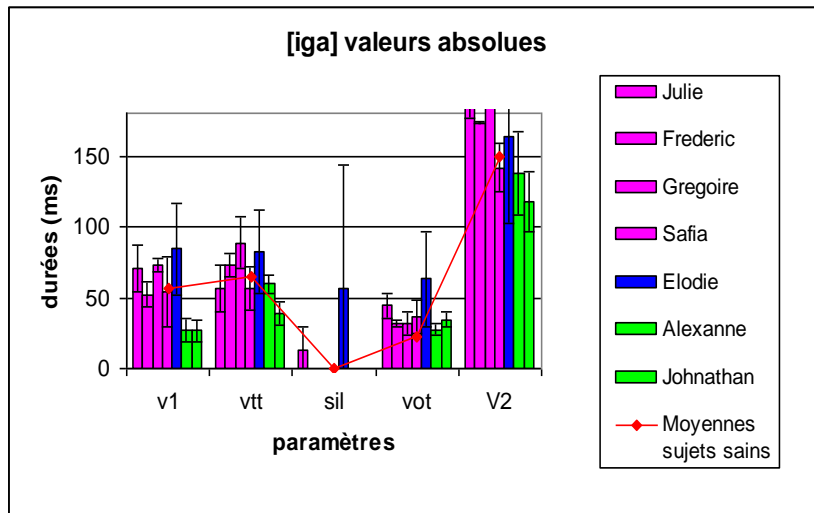


Figure 33 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1 (9 ans en rose, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

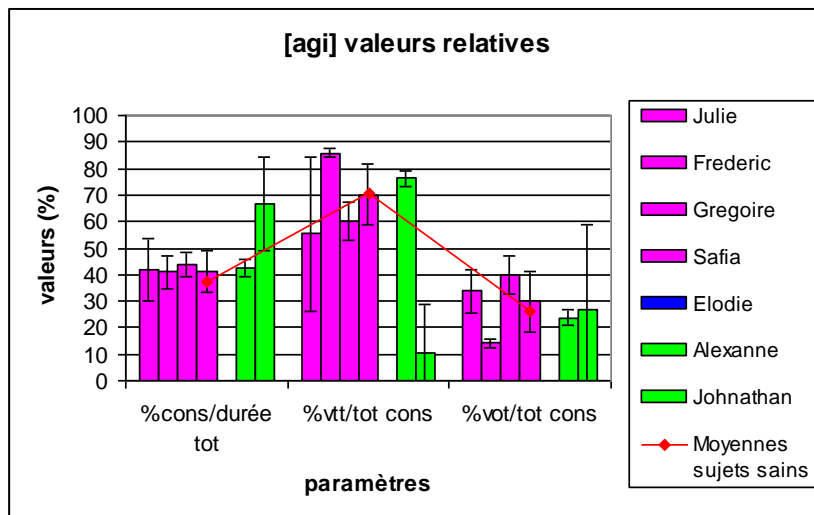


Figure 34 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1 (9 ans en rose, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

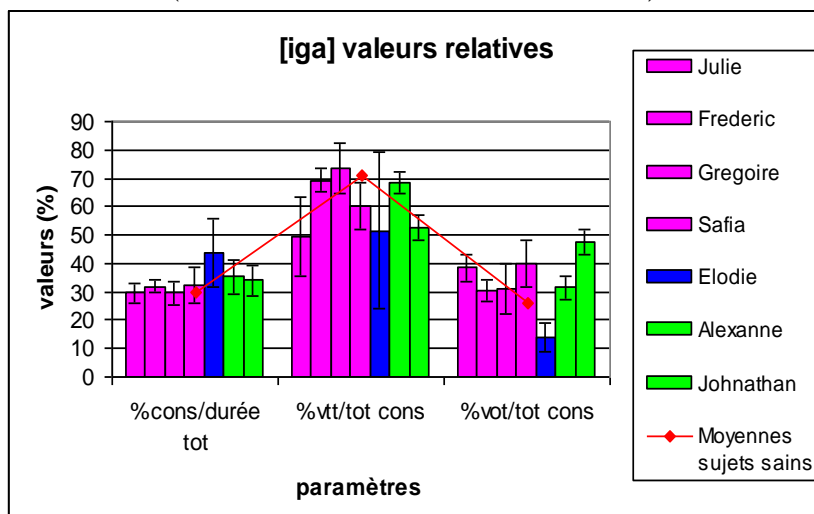


Figure 35 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1 (9 ans en rose, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

Quelques observations relatives à l'âge.

9 ans

En ce qui concerne les locuteurs de 9 ans, les locuteurs porteurs d'une fente de type 1 ont des productions très différentes. En effet, deux des locuteurs montrent de grandes difficultés, voire une impossibilité totale à produire un silence acoustique lors de la réalisation des occlusives sourdes (Frédéric et Safia, pour le [t] surtout) tandis qu'une des locutrices produit des silences acoustiques parfaits (nets). Enfin, le quatrième locuteur, Grégoire, parvient à réaliser un semblant de silence, même si celui-ci n'est pas net. Ne pouvant pas le distinguer clairement du VTT, il est donc annoté comme tel.

Les mesures révèlent des différences significatives entre les locuteurs pathologiques et les locuteurs sains pour les valeurs de VTT et de VOT.

Pour les sourdes [t] et [k], les locuteurs pathologiques montrent des VTT plus longs (souvent lié au silence plus bref) et des VOT plus longs. Cela témoigne du mauvais contrôle de l'activité laryngée chez ces locuteurs ; en effet, ils ont des difficultés à stopper les vibrations des cordes vocales et ont besoin de plus de temps que les locuteurs sains pour obtenir une structure formantique stable pour la voyelle suivant l'occlusive sourde.

Pour les sonores [d] et [g] en revanche, même si le VOT reste plus long chez les locuteurs pathologiques, la tenue consonantique a une durée plus courte que dans les productions des locuteurs sains (20 ms d'écart environ).

Les valeurs relatives confirment les valeurs absolues dans tous les contextes.

15 ans

Nous n'avons qu'une locutrice de 15 ans. Celle-ci suit les tendances des locuteurs âgés de 9 ans. En effet, les valeurs de durée des VOT et VTT sont plus élevées pour les occlusives sourdes chez cette locutrice, par rapport aux valeurs de la locutrice de contrôle du même âge.

Pour les sonores, les durées des VTT et VOT sont plus élevées en valeurs absolues. En revanche, pour le [g] et le [d], les valeurs relatives montrent l'inverse, ou relativisent ces résultats. Ainsi, bien que le VOT reste bien plus élevé en contexte [ida] chez la locutrice pathologique par rapport à la locutrice de contrôle, dans les autres contextes, la différence est moindre.

18 ans

Pour les consonnes sourdes, les valeurs de VOT sont plus petites chez les locuteurs pathologiques en contexte [a-i] par rapport aux locuteurs sains, mais la tendance s'inverse en contexte [i-a]. Les valeurs de durée du VTT restent en revanche plus élevées, même légèrement, chez les locuteurs pathologiques dans tous les cas.

En contexte [g], les valeurs sont équivalentes pour le VOT chez les deux groupes de locuteurs, et le VTT est même légèrement plus petit chez les locuteurs pathologiques. Il en va de même en

contexte [adi] pour le VTT, mais en contexte [d], la durée VOT reste plus élevée chez les locuteurs pathologiques.

Pour résumer

(1) À part une locutrice, Julie, aucun locuteur porteur d'une fente palatine postérieure n'a été en mesure de réaliser un silence acoustique. Quelques fois, la tenue consonantique présentait des zones de vibrations moins régulières, mais l'arrêt total de ces vibrations leur est impossible. Le fait que même la locutrice qui réalise des silences acoustiques présente des valeurs de VTT d'une durée plus importante que les locuteurs sains pourrait être révélateur de la gestion complexe du contrôle moteur linguo-palatal chez ces locuteurs pathologiques.

(2) La variabilité entre les locuteurs ressort dans ces résultats ; en effet, il est rare que deux locuteurs du même âge et opérés de la même zone du palais aient des productions proches au niveau des valeurs temporelles.

(3) Les durées de VOT sont généralement plus longues chez les locuteurs pathologiques par rapport aux locuteurs sains, et chez les locuteurs pathologiques de 9 ans par rapport aux locuteurs pathologiques plus âgés. Il en va de même pour les durées de VTT.

(4) Il arrive chez ces locuteurs que certains produisent des zones de silence lors de la production des occlusives sonores.

(5) Même si la durée du VOT semble diminuer avec l'âge chez les locuteurs pathologiques comme chez les locuteurs de contrôle, cette valeur reste tout de même plus élevée chez les locuteurs pathologiques.

Il apparaît que la distinction entre les occlusives est davantage sourde/sonore que antérieure/postérieure par rapport aux stratégies des locuteurs. En effet, ils semblent avoir plus de difficulté à produire les occlusives sourdes que les sonores. La difficulté se situerait plutôt au niveau aérodynamique qu'au niveau articuloire proprement dit. Ces locuteurs ayant une fente palatine postérieure, nous nous serions en effet attendue à ce qu'ils montrent plus de différences lors des productions vélaires par rapport aux locuteurs de contrôle.

V.2.1.2. Locuteurs porteurs d'une fente palatine de type 3

V.2.1.2.1. Contexte [t]

Le graphique ci-dessous (Figure 36) montre des distinctions entre les locuteurs sains et pathologiques, et entre les locuteurs pathologiques d'âges différents.

Les durées des segments vocaliques sont plus importantes chez trois des locuteurs pathologiques âgés de 9 ans (plus de 100 ms, contre 60 ms environ pour les autres locuteurs pathologiques pour V1, avec des écarts types de 20 ms environ).

Pour V2, les valeurs sont également plus importantes chez les locuteurs âgés de 9 ans mais les écarts types étant plus importants, cette différence n'est pas significative (les différences sont de mêmes valeurs que les écarts types, c'est-à-dire 25 ms environ).

Les valeurs de VTT sont nettement plus élevées chez les locuteurs pathologiques par rapport aux locuteurs sains puisqu'il s'agit de la durée de la tenue consonantique totale, ces derniers ne parvenant pas à produire un silence acoustique. En revanche, si l'on additionne les valeurs du silence et du VTT chez les locuteurs sains, nous arrivons à une valeur de 80 ms, environ la durée de la tenue consonantique des locuteurs pathologiques. Il semblerait ainsi que ces derniers essaient de compenser l'absence de silence par une tenue consonantique d'une valeur similaire.

En ce qui concerne le VOT, nous pouvons voir sur la Figure 36 que les valeurs de durée sont équivalentes chez les locuteurs sains et les locuteurs pathologiques de plus de 9 ans. En effet, trois des locuteurs porteurs de fente âgés de 9 ans et Joseph, âgé de 12 ans, présentent des valeurs supérieures (de 20 à 30 ms, avec des écarts types de 20 ms).

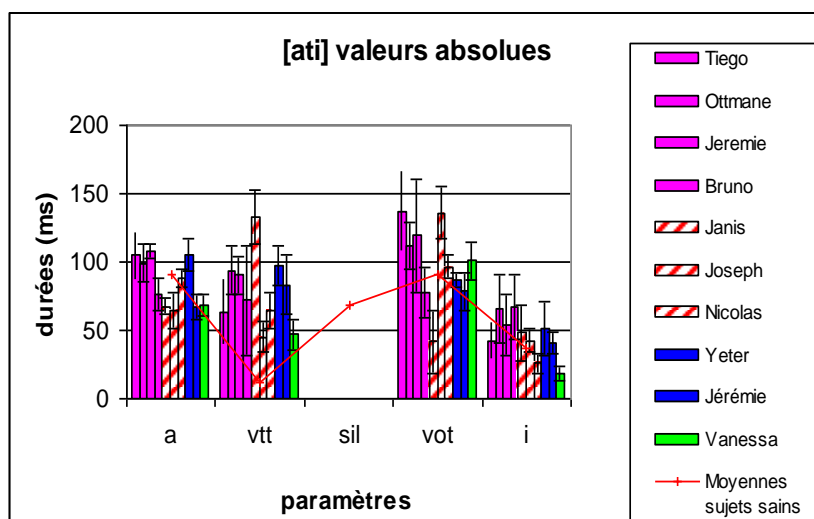


Figure 36 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 3 (9 ans en rose, 12 ans en orange, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

Les tendances sont les mêmes dans les deux contextes vocaliques étudiés [a-i] et [i-a] (cf. Figures 36 et 37), sauf pour les durée du VOT ; seuls Tiago et Janis ont des VOT plus longs que les locuteurs sains, avec des valeurs respectives de 67 et 52 ms pour Tiago et Janis et de 26 ms pour les locuteurs sains. Les écarts types étant de 15 ms, les différences sont significatives.

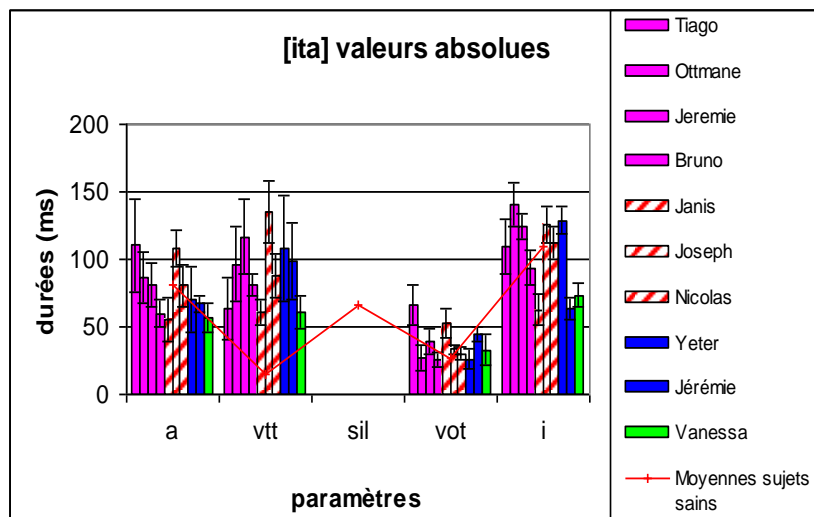


Figure 37 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 3 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

Aussi, les différences qui apparaissent en valeurs absolues sont confirmées par les valeurs relatives pour le VTT (cf. Figures 38 et 39). En revanche, pour le VOT, les valeurs relatives montrent que ce paramètre prend une place équivalente chez les locuteurs sains et les locuteurs pathologiques au sein de la consonne en contexte [ati].

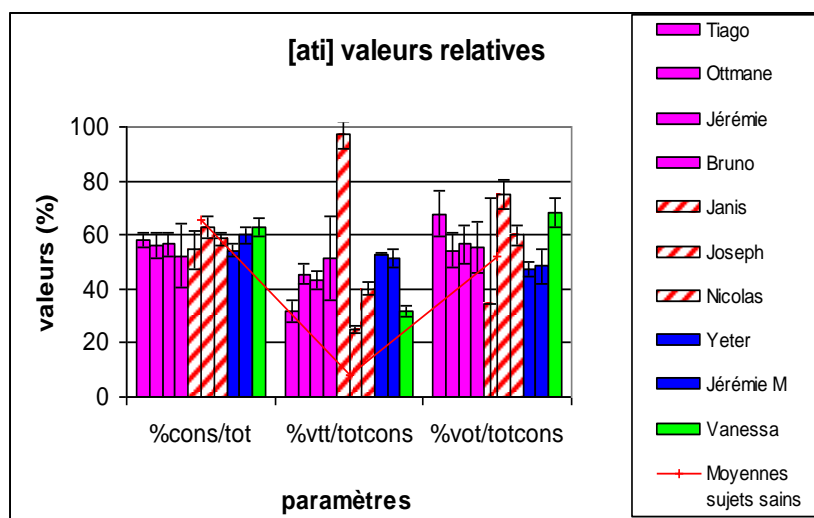


Figure 38 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 3 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

En contexte [ita], les valeurs relatives accentuent la différence de valeur du VOT pour deux des locuteurs pathologiques âgés de 9 ans. En effet, le VOT représente respectivement 52 et 46 % de la consonne chez Tiago et Janis, alors que ce paramètre ne vaut que 20 % de la durée totale consonantique des locuteurs sains (*cf.* graphique 39).

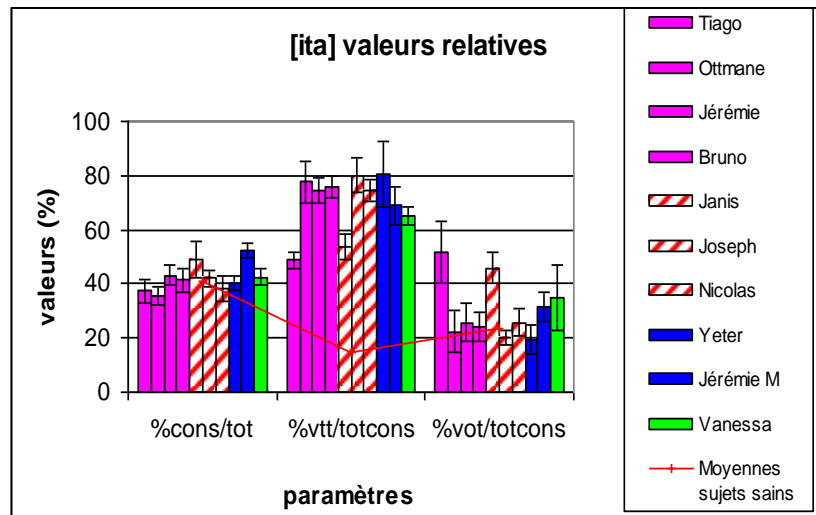


Figure 39 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 3 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

V.2.1.2.2. Contexte [k]

Les valeurs de durées du [a] sont similaires chez les locuteurs sains et les locuteurs pathologiques en contexte [a-i]. Trois des locuteurs de 9 ans ont des valeurs plus importantes, mais les écarts types sont si élevés (60 ms chez Ottmane pour une moyenne de 142 ms) que les différences ne sont pas significatives.

Pour la durée du VTT, comme pour le [t], les valeurs sont bien supérieures chez les sujets pathologiques par rapport aux sujets sains. Nous constatons cependant la grande variabilité présente entre les locuteurs porteurs du même type de fente, et du même âge. Les quatre locuteurs de neuf ans, par exemple, présentent des valeurs très différentes, allant de 72 ms à 151 ms. Seul un locuteur de quinze ans présente une durée supérieure à 100 ms. Les autres locuteurs, de 12 et 18 ans ont un VTT d'une durée de 70 ms environ, soit la durée du silence des locuteurs sains (*cf.* Figure 40).

Les valeurs de VOT sont légèrement plus grandes chez les locuteurs pathologiques âgés de 9 et 12 ans par rapport aux sujets sains et aux sujets pathologiques plus âgés. Les écarts types étant cependant assez importants (27 ms pour une moyenne de 83 ms chez Tiago, par exemple), les différences ne sont pas significatives. Cependant, lorsque l'on observe ce même paramètre en valeurs relatives (*cf.* Figure 42), nous constatons que les tendances sont inverses ; le VOT prend davantage de place au sein de la consonne avec l'augmentation de l'âge. Cela est surprenant dans

la mesure où, selon la littérature, la durée du VOT diminue, *normalement*, avec l'augmentation de l'âge.

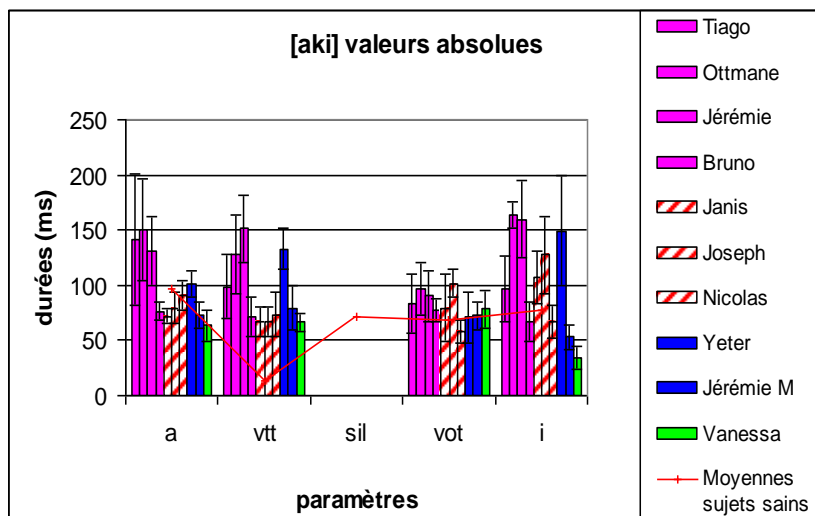


Figure 40 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 3 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

La différence de valeur de durée du VTT entre locuteurs sains et locuteurs pathologiques est plus importante en contexte [ika] par rapport au contexte [aki]. En effet, dans ce contexte, les valeurs de durées du VTT chez les locuteurs pathologiques excèdent la somme des durées du silence et du VTT des locuteurs sains. Ainsi, la durée consonantique compense, d'une certaine façon, l'absence de silence.

Les valeurs de VOT sont nettement plus importantes chez Yeter, locuteur pathologique âgé de 15 ans, mais est relativement semblable chez les autres locuteurs pathologiques avec une valeur de 45 ms environ. Cette durée est de 30 ms chez les locuteurs sains. Il semble donc que les locuteurs pathologiques aient besoin de davantage de temps pour atteindre une structure formantique stable. Cela est lié aux différents ajustements auxquels ils sont contraints de procéder à l'intérieur de la cavité buccale pour compenser le manque de pression intra-orale.

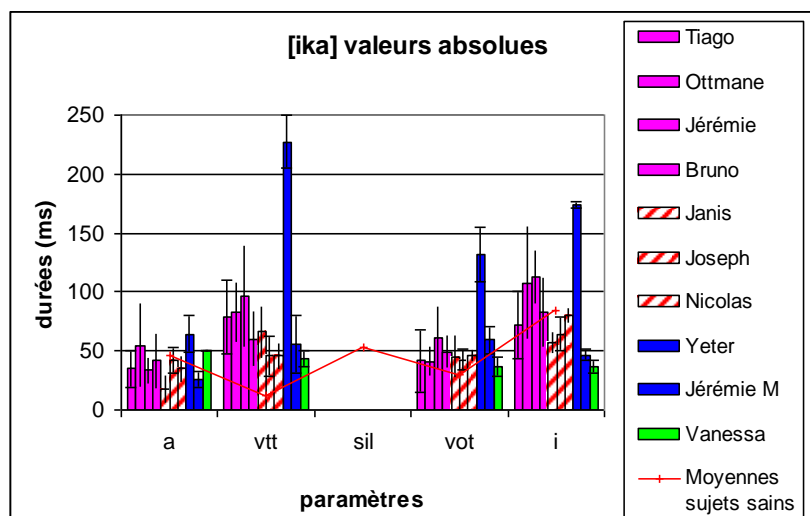


Figure 41 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 3 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

Les valeurs relatives (Figures 42 et 43) montrent que la consonne occupe une place similaire (environ 40 %) chez les locuteurs sains et locuteurs pathologiques de 9 et 12 ans, tandis qu'elle occupe une part plus importante dans le segment V-C-V chez les locuteurs pathologiques plus âgés (entre 50 % et plus de 60 %). Il est possible qu'avec l'augmentation de l'âge, les locuteurs pathologiques aient moins besoin de compenser avec les voyelles, augmentant de fait la part consonantique dans le segment.

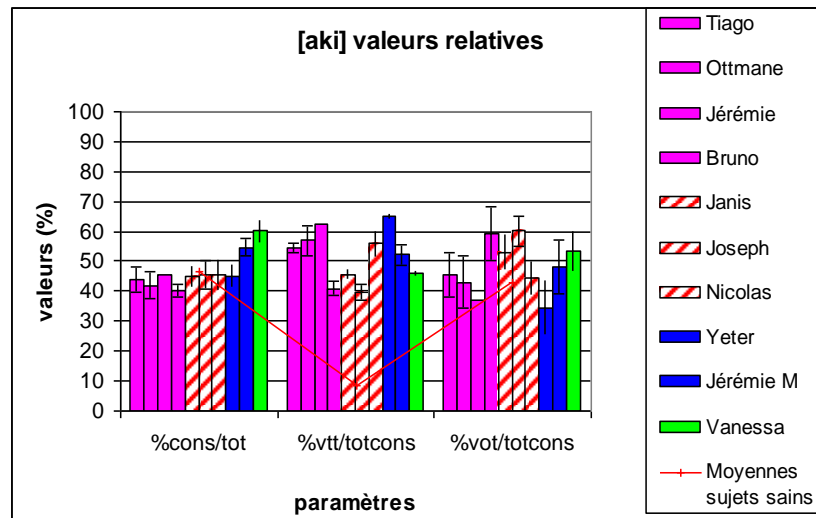


Figure 42 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 3 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

Le VTT prend moins de place au sein de la consonne chez les locuteurs pathologiques à l'âge de 12 ans, dans les deux contextes vocaliques (environ 40% en contexte [a-i] et 50 % en contexte [i-a] contre 60 % et 65 % dans les mêmes contextes, respectivement, chez les autres locuteurs).

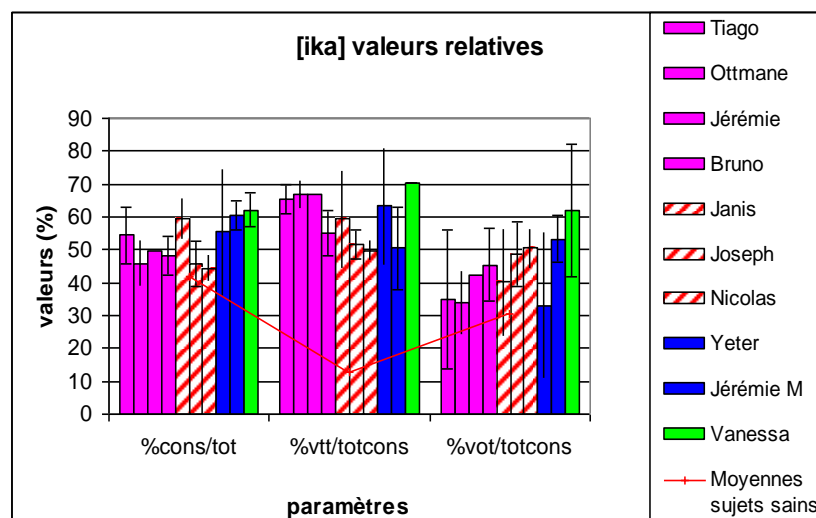


Figure 43 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 3 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

V.2.1.2.3. Contexte [d]

Dans les deux contextes [a-i] et [i-a], les valeurs de durées du VTT sont plus importantes d'environ 20 ms chez les locuteurs pathologiques de 9 ans, par rapport aux autres locuteurs pathologiques (*cf.* Figure 44 et 45). Les écarts types étant cependant de même valeur, les différences ne sont pas significatives. Les locuteurs de contrôle ont une durée de VTT médiane, entre les locuteurs pathologiques de 9 ans et les autres plus âgées, il n'y a de ce fait aucune différence significative entre les deux groupes de locuteurs. Si l'on observe ce paramètre en valeurs relatives (*cf.* Figure 46), nous constatons que les valeurs de VTT sont légèrement plus élevées chez les locuteurs sains (entre 5 et 10%), mais, avec les écarts types importants (10% minimum) des locuteurs pathologiques, la différence reste non significative.

En ce qui concerne la durée du VOT, il apparaît qu'elle est plus importante chez locuteurs, Joseph, Nicolas et Yeter, âgés de 12 et 15 ans en contexte [a-i]. Les valeurs relatives confirment ces résultats. Vanessa, âgée de 18 ans, montre en revanche des valeurs de VOT très petites (9 ms et 11 ms en contexte [a-i] et [i-a] respectivement).

Notons les écarts types importants, qui témoignent d'une grande variabilité chez les locuteurs pathologiques.

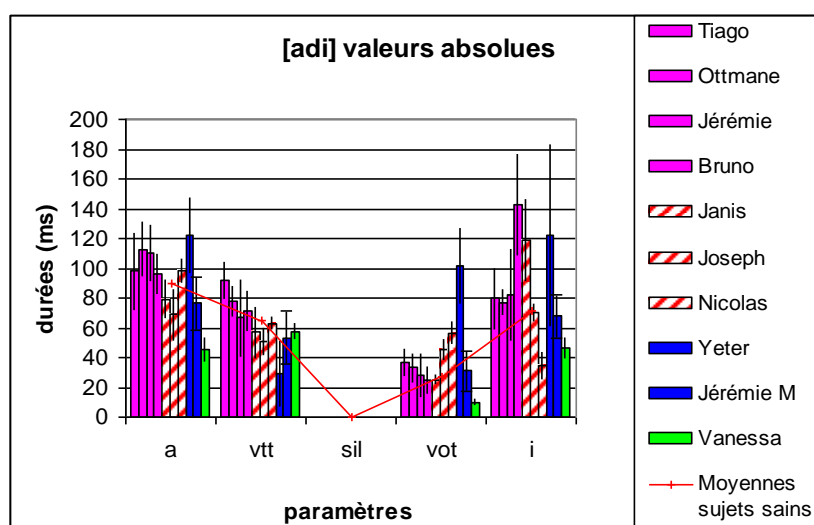


Figure 44 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 3 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

En contexte [i-a], les valeurs de VOT sont relativement proches chez tous les locuteurs, sains et pathologiques (environ 30 ms). Seule la locutrice de 18 ans se démarque avec une durée de 11 ms.

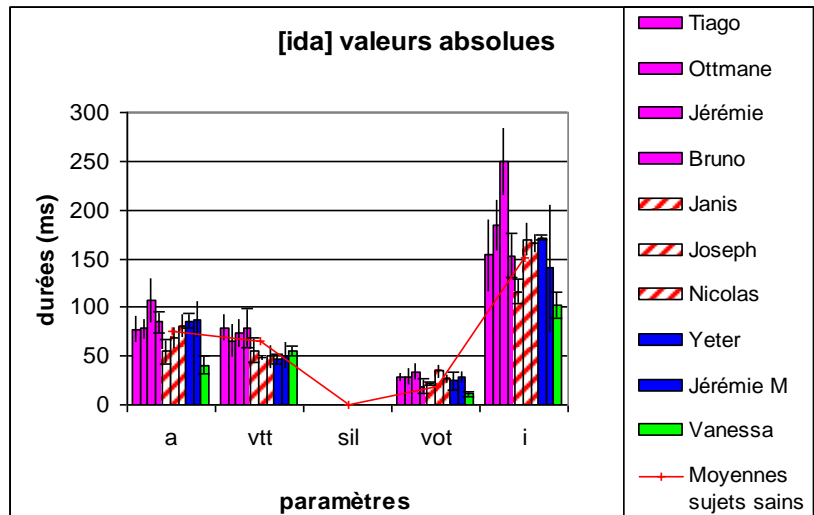


Figure 45 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 3 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

Les valeurs relatives confirment les résultats pour la locutrice de 18 ans, mais montrent une différence de 5 à 10 % entre les locuteurs pathologiques de 9 ans et ceux de 12 et 15 ans. Aussi, les durées des locuteurs de contrôle apparaissent plus basses en valeurs relatives. En effet, le VOT représente 20 % de la durée totale de la consonne, tandis qu'il représente plus de 30 % chez les locuteurs pathologiques (cf. Figure 47). De plus, les écarts types montrent que les différences sont significatives.

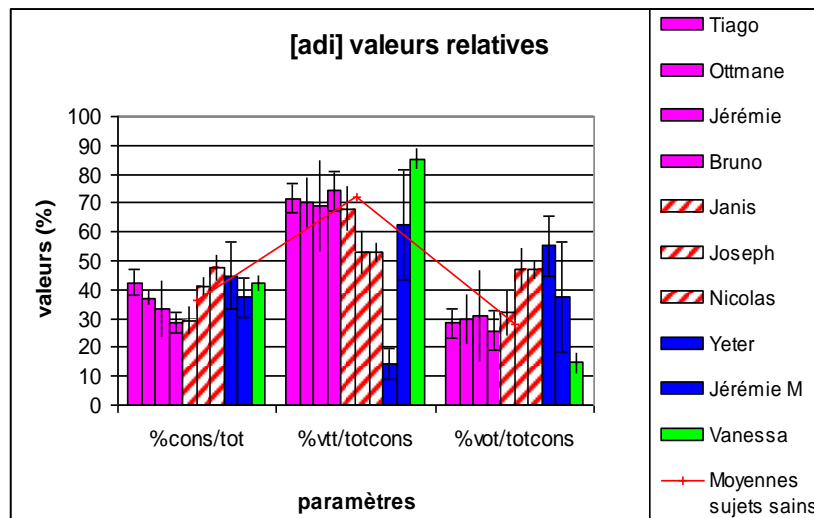


Figure 46 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 3 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

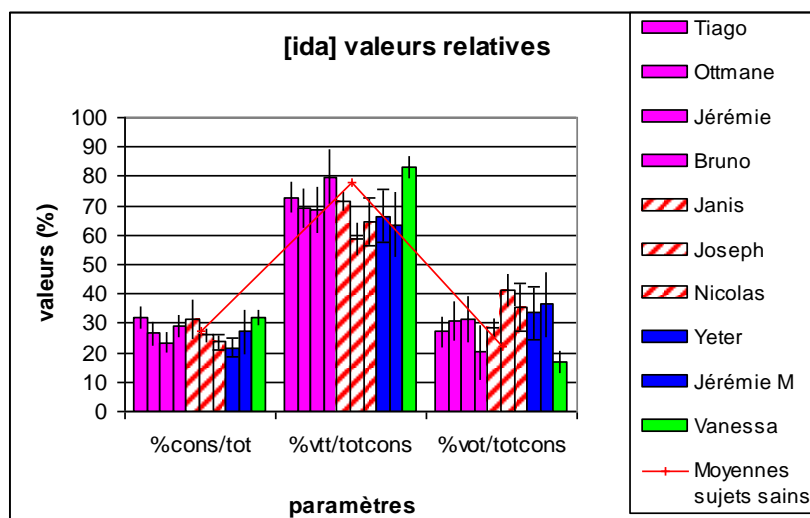


Figure 47 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 3 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

V.2.1.2.4. Contexte [g]

En ce qui concerne les durées vocaliques, pour V1 comme pour V2, les valeurs des locuteurs de contrôle (90 ms pour V1 et 80 ms pour V2) se situent entre les valeurs des locuteurs pathologiques âgés de 9 ans (120 ms environ pour trois d'entre eux pour V1 et 100 ms pour deux d'entre eux pour V2) et les locuteurs pathologiques plus âgés (la durée la plus basse est de 40 ms chez Janis pour le [a] et 48 ms pour le [i] chez Vanessa).

La durée du VTT est particulièrement élevée chez deux des locuteurs de 9 ans (avec des valeurs de 117 ms pour Tiago et 118 ms pour Ottmane). En revanche, sa durée varie entre 50 ms et 60 ms chez les locuteurs pathologiques âgés de 12 ans et 18 ans. Les valeurs de durée de ce paramètre sont équivalentes chez les locuteurs sains et pathologiques âgés de 15 ans (ainsi que chez les deux autres locuteurs âgés de 9 ans). Les valeurs relatives confirment ces résultats (*cf.* Figure 47).

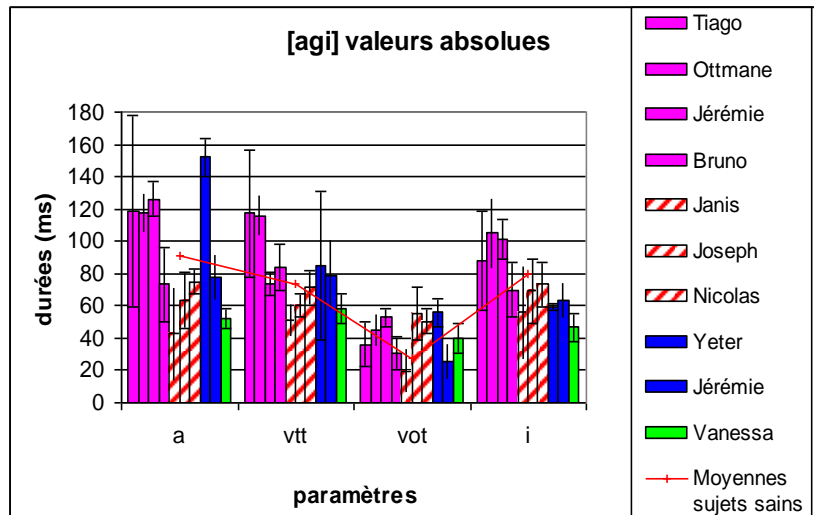


Figure 48 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 3 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

En contexte [a-i], la durée du VOT est plus importante chez les locuteurs pathologiques par rapport aux sujets sains de plus de 20 ms, (excepté chez Bruno, Janis et Jérémie M), avec des écarts types plus bas indiquant une différence significative.

En contexte [i-a], la valeur du VOT est également plus faible chez les locuteurs de contrôle, mais dans une moindre mesure, et les écarts types, élevés, indiquent des différences non significatives entre les locuteurs.

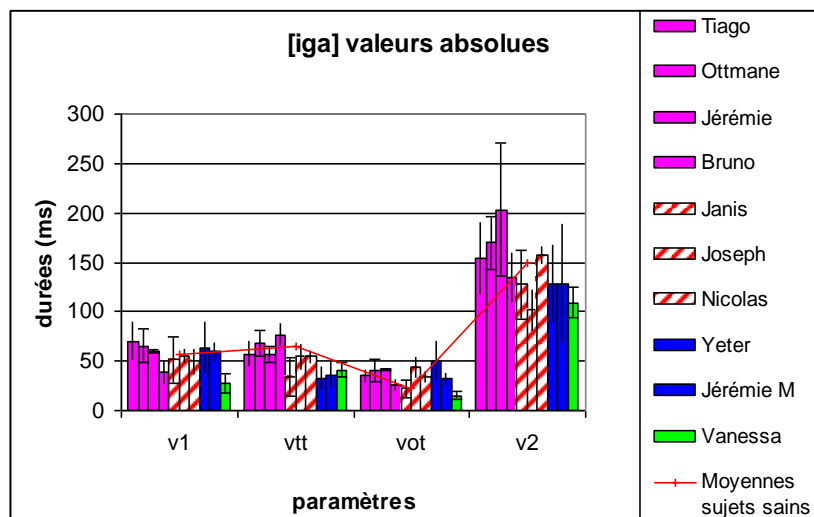


Figure 49 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 3 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

En contexte [i-a], la durée du VTT semble diminuer avec l'augmentation de l'âge en valeurs absolues (Figure 49), mais ce fait ne se confirme que pour les locuteurs de 15 ans en valeurs relatives (Figure 51).

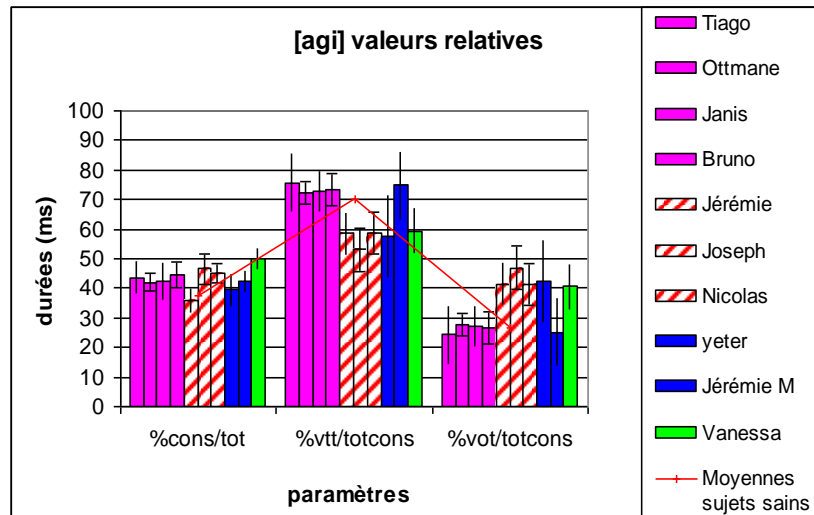


Figure 50 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 3 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

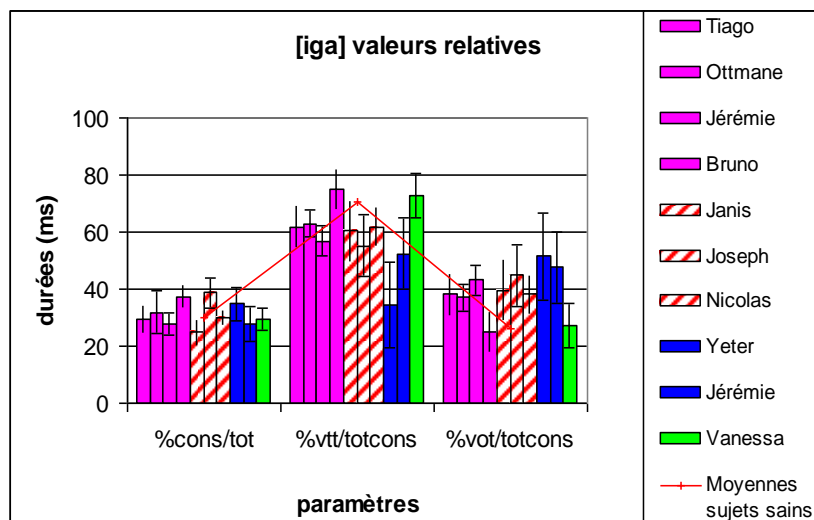


Figure 51 Valeurs relatives des durées des différents paramètres totale (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 3 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, 15 ans en bleu et 18 ans en vert).

Pour résumer

(1) En premier lieu, il convient de signaler les valeurs des écarts types, qui sont très importantes chez les locuteurs pathologiques, et plus particulièrement chez les plus jeunes (âgés de 9 ans). Cela témoigne de la grande variabilité chez ces locuteurs.

(2) Notons également les grandes différences de durée existant entre les différents locuteurs porteurs du même type de fente, même au sein d'un groupe de locuteurs du même âge. Cela accentue encore le caractère variable des productions de ces locuteurs. Il est en effet rare qu'un locuteur produise deux réalisations proches en durée, et il est encore plus rare que les productions de deux locuteurs se ressemblent sur le plan temporel.

(3) Dans ce groupe de locuteurs porteurs d'une fente labio-palatine unilatérale totale, aucun des enfants n'a été en mesure de produire un silence acoustique pour la production des occlusives sourdes [t] et [k]. Il semble cependant qu'ils aient tenté de compenser l'absence de ce silence par une augmentation de la durée de la tenue consonantique, généralement plus longue que la somme de la durée du VTT' et du silence chez les sujets sains (les hypothèses 1 et 2 seraient confirmées).

(4) La durée totale des segments est généralement plus longue chez les locuteurs de 9 ans par rapport aux autres locuteurs. Cela correspond aux résultats habituellement attestés dans la littérature (cf., par exemple, Kent & Forner, 1980 ; Smith *et al.*, 1996).

(5) En revanche, les durées de VOT sont souvent plus courtes chez les locuteurs les plus jeunes, or nos lectures nous laissaient présager un résultat inverse.

(6) La durée du VOT reste globalement moins longue chez les locuteurs sains par rapport aux locuteurs pathologiques. Cela confirme notre troisième hypothèse. En raison d'une pression intra orale trop faible et de leur impossibilité à fermer correctement le port vélo-pharyngal, les locuteurs porteurs de fente ne parviennent pas à produire une explosion satisfaisante lors de la réalisation des occlusives sourdes, et mettent ainsi davantage de temps à libérer l'air présent dans la cavité buccale, retardant l'apparition d'une structure formantique claire pour la voyelle suivante et allongeant de ce fait la durée du VTT'.

V.2.1.3. Locuteurs porteurs d'une fente palatine de type 4

Nous n'avons pas de locuteurs âgés de 18 ans pour ce groupe de locuteurs.

V.2.1.3.1. Contexte [t]

Tant en contexte [a-i] qu'en contexte [i-a], les durées de VTT des locuteurs pathologiques sont plus élevées que celles des locuteurs de contrôle (Figures 52 et 53). Mais ces durées excèdent la somme des durées des VTT et silence des locuteurs sains seulement chez 3 des locuteurs pathologiques en contexte [a-i] ; Elliott, Mike et Daisy, avec des valeurs comprises entre 99 ms et 112 ms. Et chez deux des locuteurs en contexte [i-a] (Mike et Daisy, avec de valeurs respectives de 135 ms et 96 ms.

La durée du VOT augmente avec l'âge chez les locuteurs pathologiques, excepté pour Cyril, et Laura en contexte [i-a], qui, âgés de 12 ans, ont des valeurs moindres par rapport aux locuteurs âgés de 9 ans.

Les valeurs relatives confirment ces résultats en contexte [a-i] (Figure 54). En contexte [i-a] en revanche, le VOT occupe un pourcentage similaire (28 % environ) par rapport à la durée totale de la consonne, chez les enfants de 9 et 12 ans (Figure 55).

Des différences de durée significatives apparaissent entre les différents locuteurs, en fonction de l'âge. En revanche, pour le VOT, la différence entre locuteurs sains et pathologiques n'est significative qu'avec Corentin, Daisy (âgés de 12 ans) et les deux locutrices de 15 ans, dans les deux contextes vocaliques. Et la durée est alors plus élevée chez les locuteurs pathologiques (chez Corentin, Daisy, Alicia et Elodie respectivement de 110 ms, 108 ms, 133 ms et 116 ms pour [ati] (avec des écarts types respectifs de 15 ms, 7 ms, 19 ms et 9 ms) et 51 ms, 34 ms, 38 ms et 46 ms pour [ita] ; Figures 52 et 53).

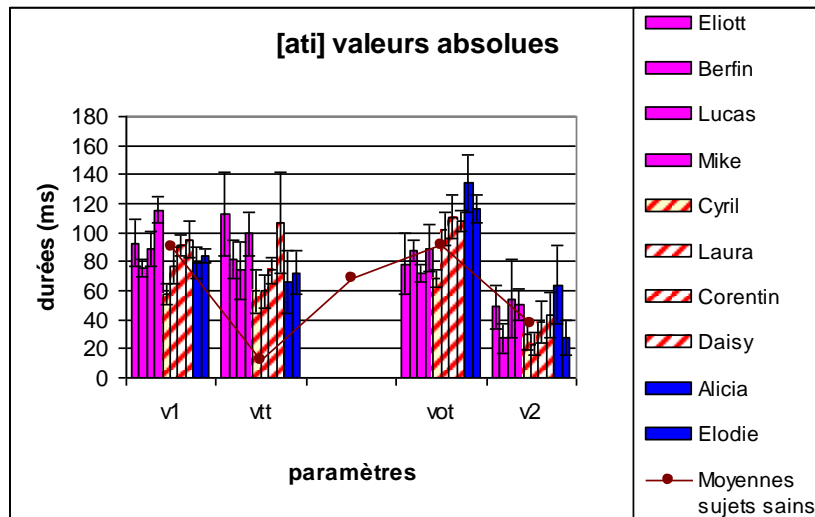


Figure 52 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 4 (9 ans en rose, 12 ans en rouge et 15 ans en bleu).

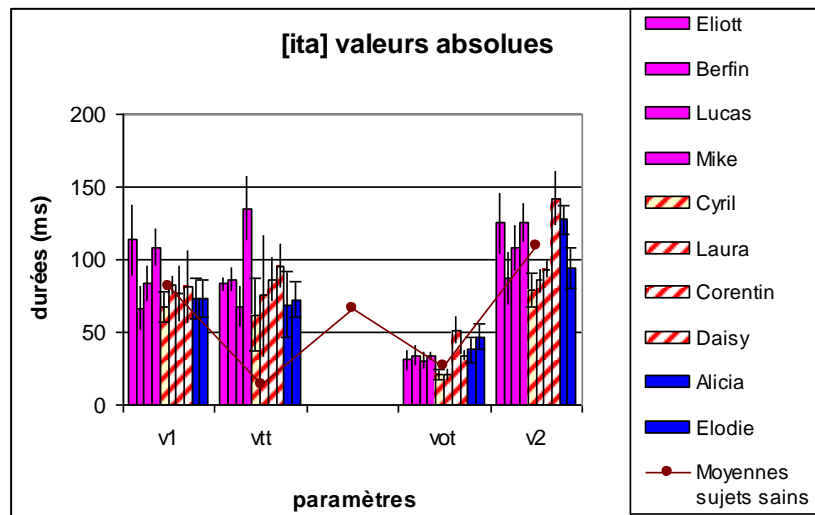


Figure 53 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 4 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

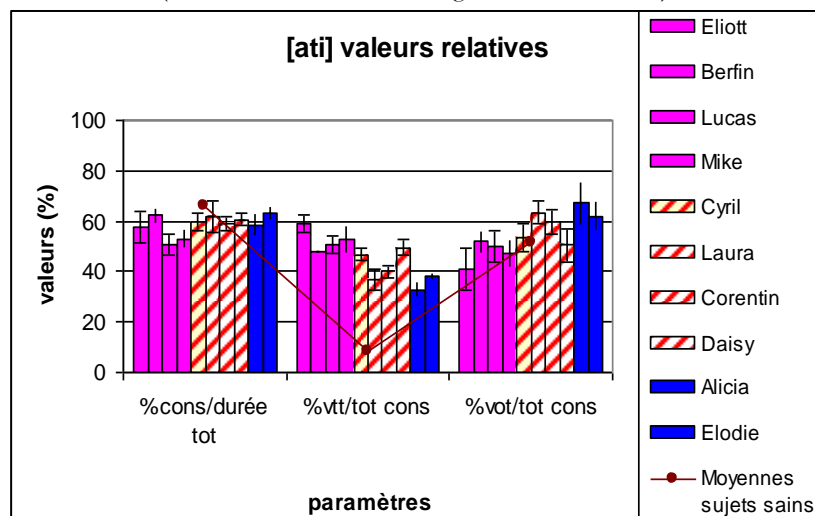


Figure 54 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 4 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

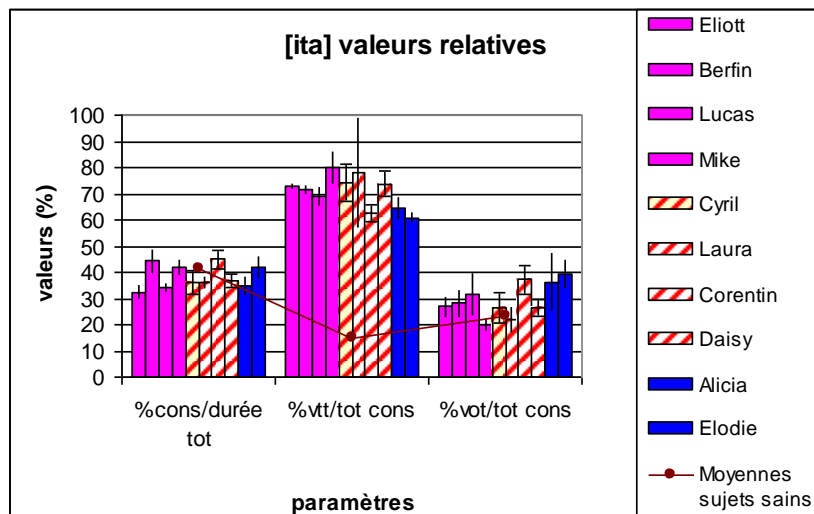


Figure 55 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 4 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

V.2.1.3.2. Contexte [k]

En contexte [a-i], les durées de tenue consonantique (VTT sur la Figure 56) des locuteurs pathologiques correspondent à la somme de la durée du VTT et du silence chez les locuteurs sains. Il semble donc que les locuteurs maintiennent une tenue consonantique d'une durée similaire à la consonne, compensant ainsi l'absence de silence.

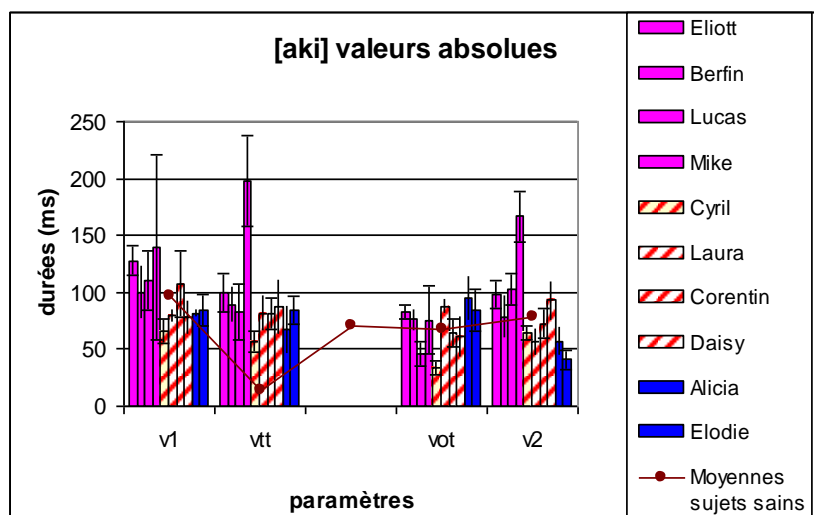


Figure 56 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 4 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

Il en va de même en contexte [i-a], mais les valeurs sont plus diverses, allant de 11 ms chez Laura à 78 ms chez Mike. Les stratégies sont alors très différentes chez chacun des locuteurs ; certains allongent la durée de la tenue consonantique (tel que Mike et Corentin, par exemple, qui présentent des durées de 78 ms), tandis que d'autres, comme Laura, ont des tenues courtes. Cette locutrice présente également les VTT parmi les plus courts lors de la production du [t]. Nous supposons qu'elle ne parvient pas à maintenir cette tenue. Cela est particulièrement visible sur la Figure 56, qui montre que le VTT ne représente que 34% de la durée totale de la consonne tandis qu'il représente environ 66 % chez les autres locuteurs, en contexte [i-a].

Le VOT a des valeurs de durées variant entre 28 ms chez Cyril et 44 ms chez Laura, en contexte [i-a]. Les locuteurs sains présentent une durée de 30 ms, mais les écarts types sont supérieurs à 10 ms donc les différences ne sont pas significatives. Cela est confirmé par les valeurs relatives (Figure 58).

En contexte [a-i], les valeurs sont plus diverses, allant de 33 ms chez Cyril à 88 ms chez Laura. Les locuteurs de contrôle présentent des durées de 67 ms. Les écarts types étant assez élevés chez les locuteurs pathologiques (environ 20 ms en moyenne), seuls les locuteurs pathologiques ayant les valeurs de durée de VOT les plus basses, Lucas et Cyril, présentent des différences significatives avec les locuteurs sains (*cf.* Figure 55).

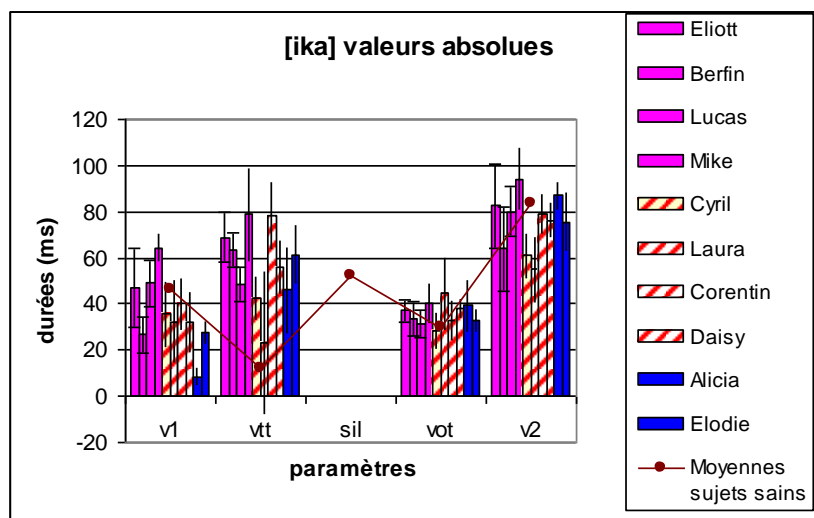


Figure 57 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 4 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

Les valeurs absolues montrent des valeurs de durée plus importantes des voyelles chez les locuteurs pathologiques de 9 ans par rapport aux locuteurs plus âgés. Cela est souligné par les valeurs relatives (Figures 58 et 59), qui montrent que la proportion de temps de la consonne pour la séquence totale est plus petite chez ces locuteurs par rapport aux locuteurs plus âgés.

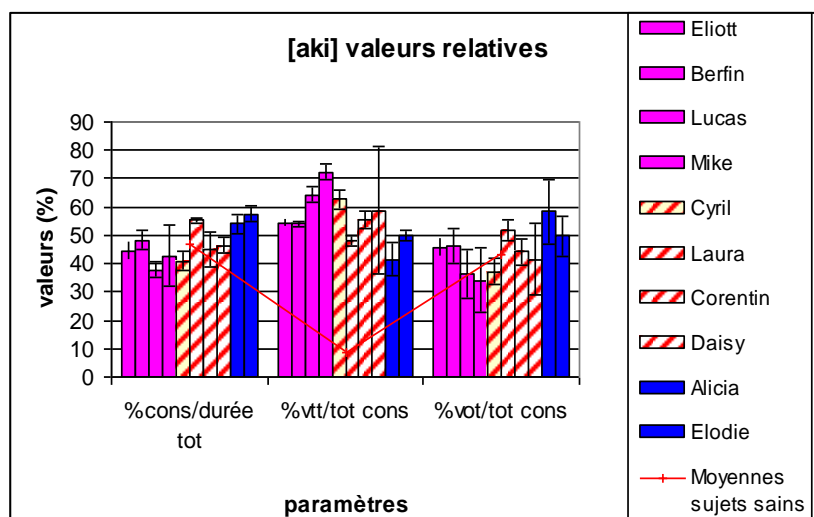


Figure 58 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres totale consonnes-VTT- VOT chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 4 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

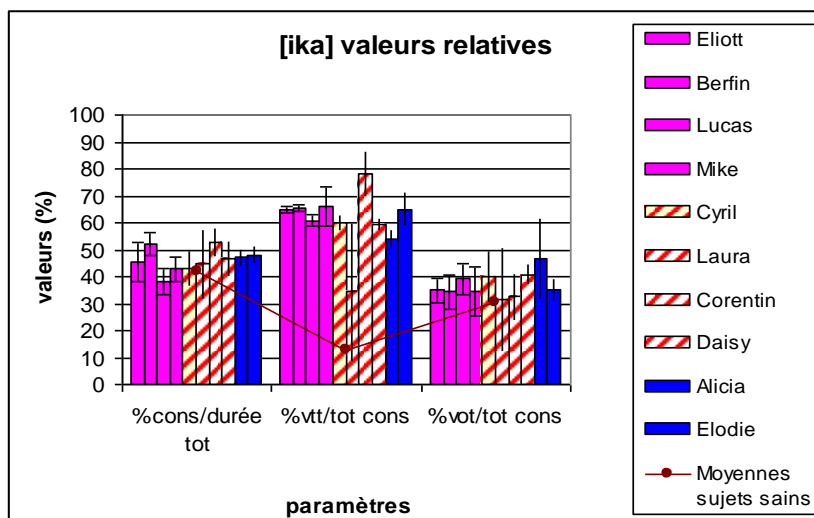


Figure 59 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 4 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

V.2.1.3.3. Contexte [d]

En contexte [a-i], la durée du VTT est plus petite chez les locuteurs âgés de 12 ans en valeurs absolues (Figure 60), mais cela est infirmé par les valeurs relatives (Figure 62), qui montrent que le VTT prend une place équivalente au sein de la consonne par rapport aux autres locuteurs de 9 et 15 ans.

Eliott et Lucas mis à part, avec des durées respectives de 14 ms et 16 ms, les durées de VOT en contexte [a-i] sont comprises entre 24 ms (Alicia) et 43 ms (Elodie). La durée de ce

paramètre chez les sujets sains étant de 27 ms et les écarts types des locuteurs pathologiques élevés, les différences ne sont pas significatives entre les locuteurs sains et pathologiques (mis à part pour Eliott et Lucas dont les valeurs sont plus petites).

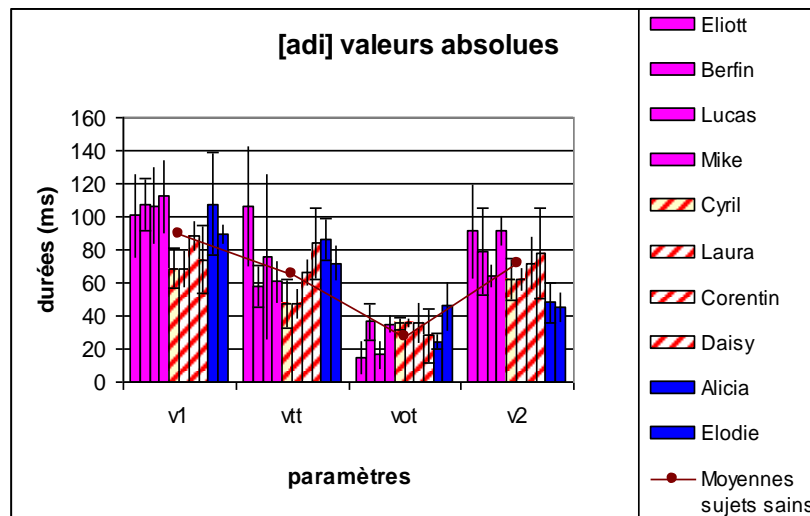


Figure 60 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 4 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

En contexte [i-a] les valeurs de durée de VOT augmentent avec l'âge des locuteurs. Les valeurs sont cependant comprises entre 14 ms (Lucas, âgé de 9 ans) et 31 ms (Elodie, âgée de 15 ans), mais les écarts types étant importants (8 ms environ), les différences entre les locuteurs sains (27 ms) et pathologiques ne sont pas significatives.

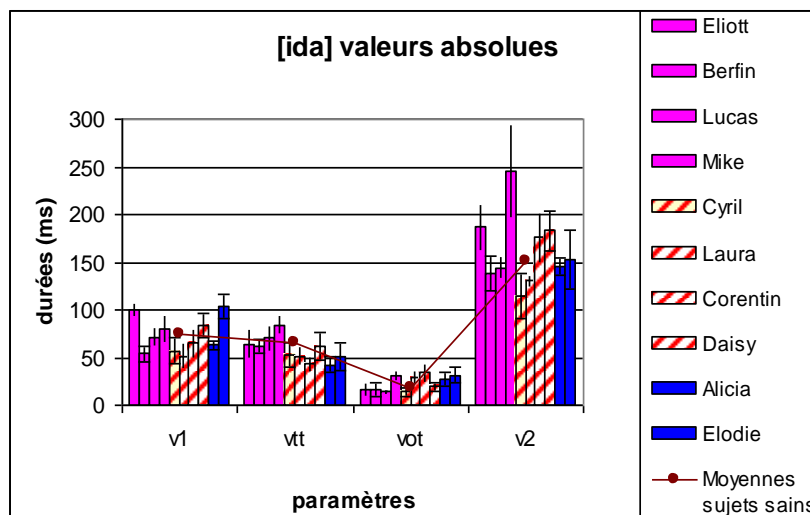


Figure 61 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 4 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

En contexte [i-a], les valeurs de durée du VTT diminuent avec l'âge chez les locuteurs pathologiques, passant de 70 ms à 9 ans à 50 ms à 12 ans puis à 42 ms à 15 ans. Cela est confirmé par les valeurs relatives (Figure 63) ; le VTT passe de 80% de la consonne totale à 9 ans à 60% à 15 ans.

Les valeurs de durées du VTT chez les locuteurs sains étant de 65 ms et les écarts types de 10 ms environ, la différence entre les sujets de contrôle et les sujets pathologiques de 12 et 15 ans est significative.

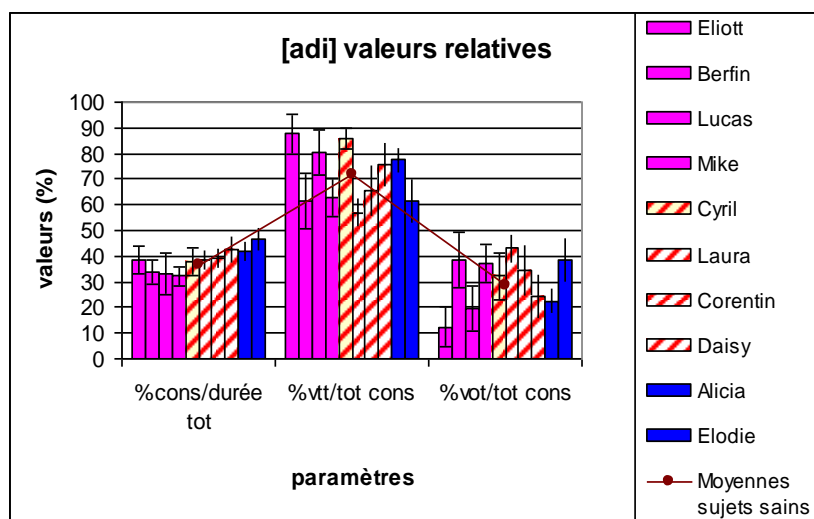


Figure 62 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 4 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

Nous pouvons remarquer qu'en valeurs relatives, le VTT prend une place plus importante et le VOT un pourcentage moindre au sein de la durée totale de la consonne chez les locuteurs de contrôle par rapport aux locuteurs pathologiques.

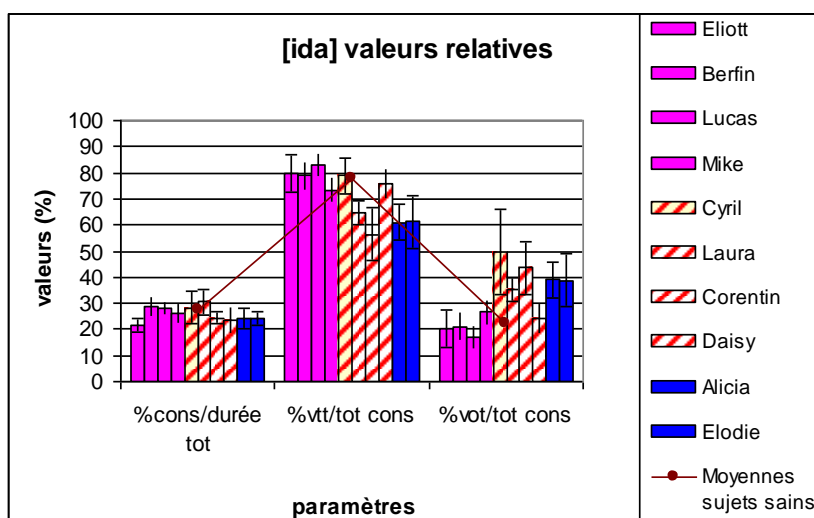


Figure 63 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 4 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

V.2.1.3.4. Contexte [g]

Nous n'avons pas de valeurs pour les segments [agi] chez le locuteur Lucas. Ses occurrences étant mal prononcées (il a répété systématiquement [agyi]), il n'était pas pertinent de tenir compte de ses productions.

A part Corentin, qui montre une grande valeur de VTT (110 ms), les valeurs sont plus élevées à l'âge de 9 ans (90 ms chez Eliott, 80 ms chez Berfin) que chez les locuteurs de 12 et 15 ans (62 ms environ). Les valeurs relatives (Figure 66) mettent cependant en perspectives ces résultats.

Les valeurs de VOT sont similaires chez les locuteurs d'âges différents en contexte [a-i], (40 ms environ), Eliott présente une durée de 53 ms, mais l'écart type est de 21 ms. Les écarts types étant élevés chez tous les locuteurs pathologiques, la différence avec les valeurs de durée de ce paramètre chez les locuteurs de contrôle (27 ms) est non significative.

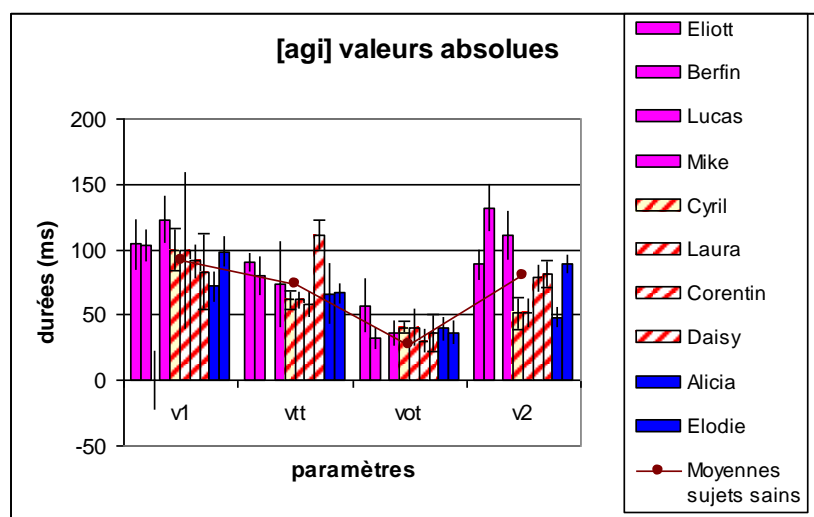


Figure 64 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 4 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

En contexte [i-a], l'âge ne semble pas avoir d'impact particulier sur la durée des différents paramètres. En effet, les locuteurs ont des durées de VTT et de VOT équivalentes, en valeurs absolues (Figure 65) et relatives (Figure 66).

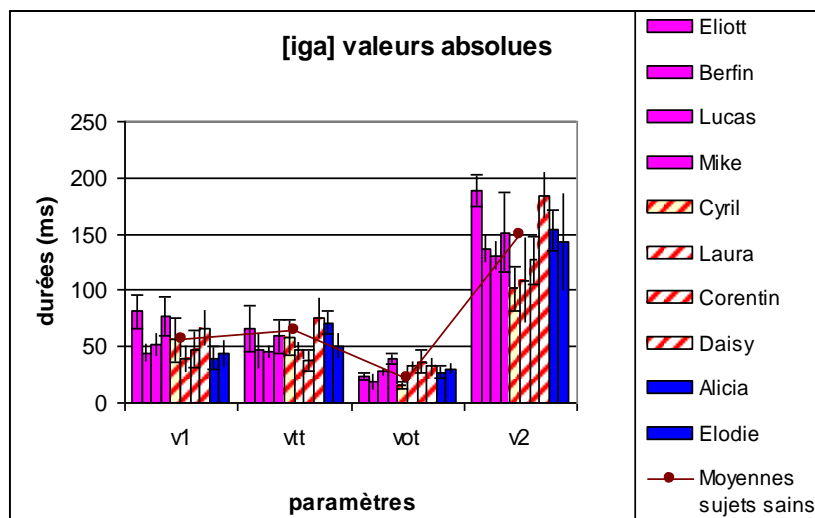


Figure 65 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 4 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

Notons qu'en valeurs relatives, le VTT prend une place plus importante, ou équivalente, chez les locuteurs de contrôle par rapport aux locuteurs pathologiques chez lesquels le VOT s'impose dans la durée totale de la consonne.

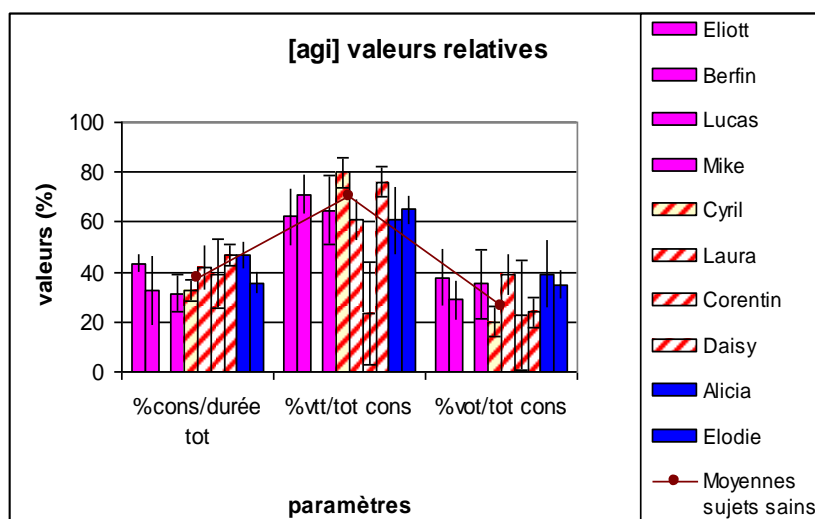


Figure 66 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 4 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

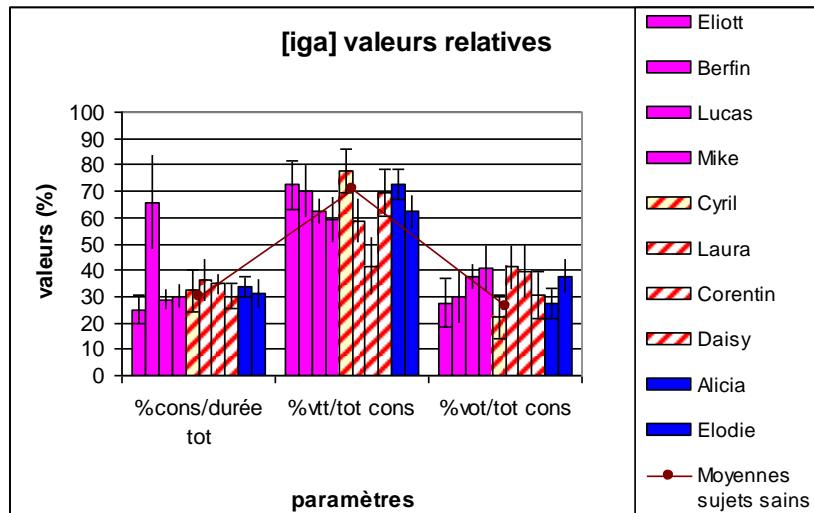


Figure 67 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 4 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

Pour résumer

(1) Des différences de durée significatives apparaissent entre les différents locuteurs, en fonction de l'âge. En revanche, les différences de durée de VOT entre locuteurs sains et pathologiques ne sont significatives que chez les locuteurs de 15 ans et chez deux des locuteurs de 12 ans, et ce uniquement pour le [t]. Notons tout de même que lorsque cette différence est significative, les valeurs sont supérieures chez les locuteurs porteurs de fente.

(2) À l'inverse, en contexte [k], les locuteurs sains présentent des différences significatives au niveau des valeurs de VOT lorsque les locuteurs pathologiques ont des VOT de faibles valeurs (en contexte [a-i]). En contexte [i-a], les différences entre les deux groupes ne sont pas significatives pour ce paramètre.

(3) Les locuteurs pathologiques, âgés de 9 ans, présentent des segments d'une durée plus longue que les locuteurs pathologiques plus âgés et les sujets sains. Le pourcentage de temps de la consonne par rapport à la séquence totale reste cependant équivalent aux autres locuteurs, ce qui signifie que ces locuteurs allongent la durée des voyelles. Cela peut être un moyen pour eux de compenser leur difficulté à produire la consonne intermédiaire.

(4) Dans la catégorie des consonnes sonores, la consonne occupe la même proportion de temps au sein de la séquence totale chez les locuteurs sains et les locuteurs pathologiques. En revanche, il apparaît que le VOT représente une place plus importante dans la durée totale de la consonne, chez les locuteurs pathologiques par rapport aux locuteurs de contrôle.

V.2.1.4. Locuteurs porteurs d'une fente palatine de type 5

Comme pour les locuteurs porteurs d'une fente de type 4, nous n'avons pas de locuteur âgé de 18 ans dans cette catégorie de locuteurs atteints d'une fente palatine sous-muqueuse.

V.2.1.4.1. Contexte [t]

En premier lieu, remarquons l'absence de silence acoustique lors de la production des occlusives sourdes. Comme la grande majorité des locuteurs porteurs de fente palatine, les enfants de ce groupe ne parviennent pas à bloquer l'air dans la cavité buccale. Il leur est de fait impossible de produire le silence nécessaire à la production d'une occlusive.

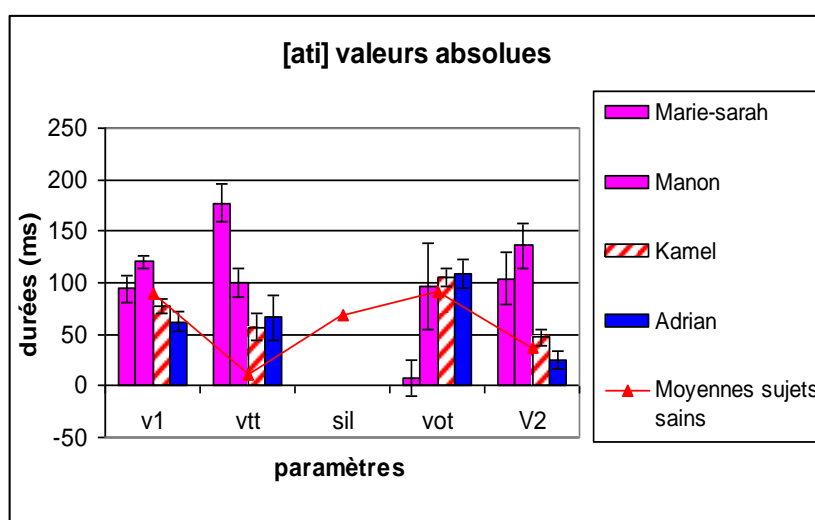


Figure 68 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 5 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

Les durées de VTT sont nettement plus importantes chez les locuteurs de 9 ans dans les deux contextes vocaliques (177 ms et 99 ms pour [ita] chez les locuteurs de 9 ans et 65 ms et 66 ms pour les locuteurs de 12 et 15 ans respectivement et pour [ati], 95 ms et 50 ms chez les locuteurs de 9 ans et 35 ms et 37 ms pour les locuteurs de 12 et 15 ans respectivement).

En contexte [ati], les valeurs relatives appuient cette différence (*cf.* Figure 70). En contexte [ita] en revanche, les valeurs relatives la réfutent (*cf.* Figure 71).

Les durées des voyelles sont plus importantes chez les locuteurs de 9 ans en valeurs absolues (Figures 68 et 69) par rapport aux autres locuteurs pathologiques et aux locuteurs sains. Cela se reflète dans les valeurs relatives (Figures 70 et 71) où il est visible que les consonnes prennent une place moindre au niveau de la durée totale de la séquence chez ces locuteurs.

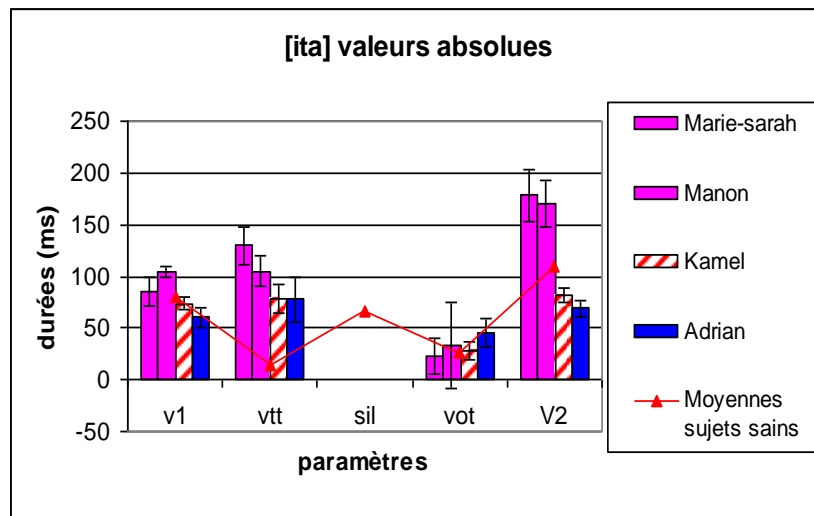


Figure 69 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 5 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

Le VOT a une durée plus courte chez les locuteurs pathologiques les plus jeunes, mais les écarts types importants ne permettent pas de dresser des différences significatives ni entre les locuteurs, ni entre locuteurs sains et locuteurs pathologiques (sauf pour Marie-Sarah, en contexte [a-i], qui a un VOT quasi inexistant). Ces faits se retrouvent en valeurs relatives (Figures 69 et 70).

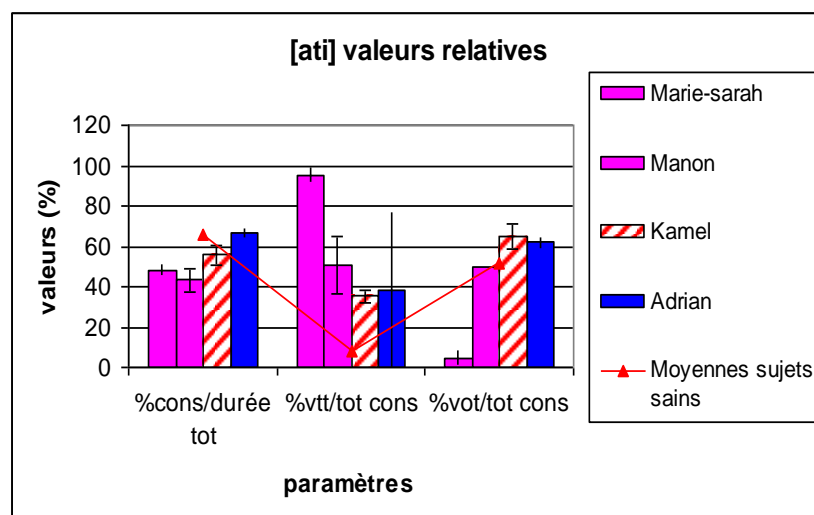


Figure 70 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 5 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

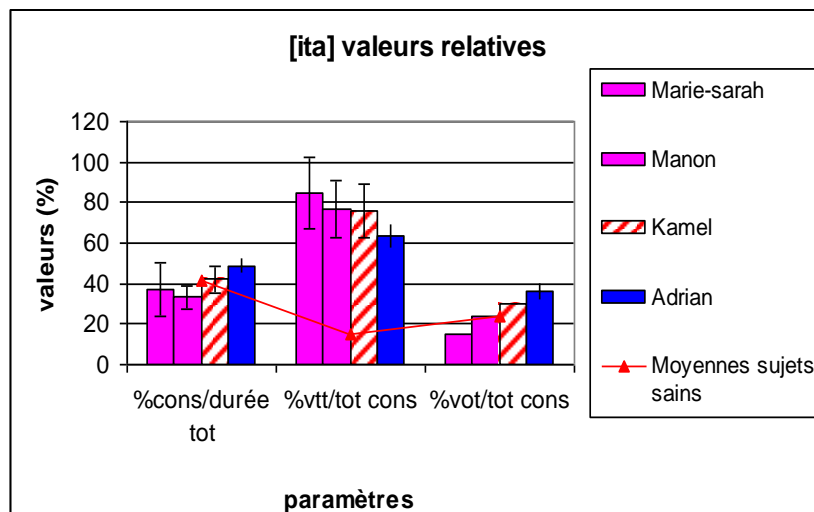


Figure 71 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 5 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

V.2.1.4.2. Contexte [k]

La durée du VOT est plus importante chez le locuteur âgé de 18 ans en contexte [aki] en valeurs absolues. Cela est confirmé par les valeurs relatives (Figures 72 et 74), qui montrent une différence d'au moins 20 % dans la proportion de ce paramètre par rapport à la durée totale de la séquence, comparé aux locuteurs sains et autres locuteurs pathologiques. Ces différences sont significatives.

Comme en contexte [t], les valeurs de VTT sont significativement plus importantes chez les locuteurs pathologiques par rapport aux locuteurs sains. Cette différence (allant jusqu'à 150 ms entre les deux groupes de locuteurs) est plus prononcée en contexte [a-i].

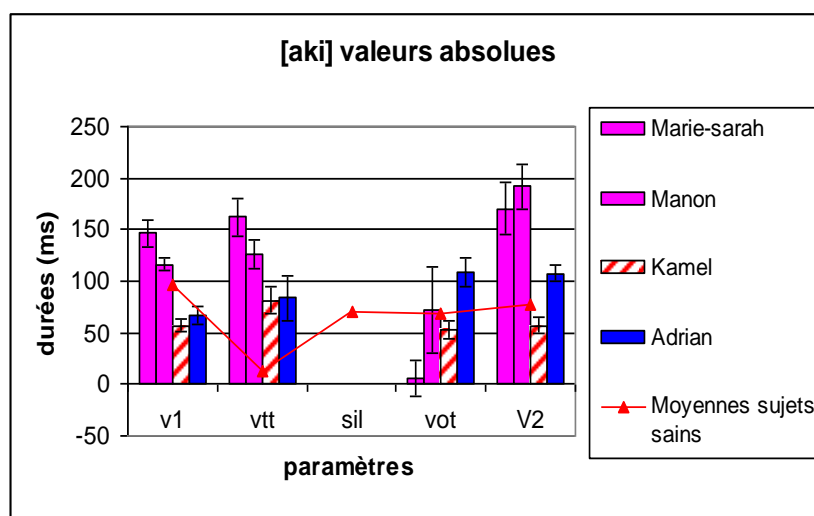


Figure 72 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 5 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

En contexte [ika], les durées de VOT sont similaires chez les trois locuteurs pathologiques chez lesquels il a pu être mesuré, et chez les locuteurs sains (30 ms environ).

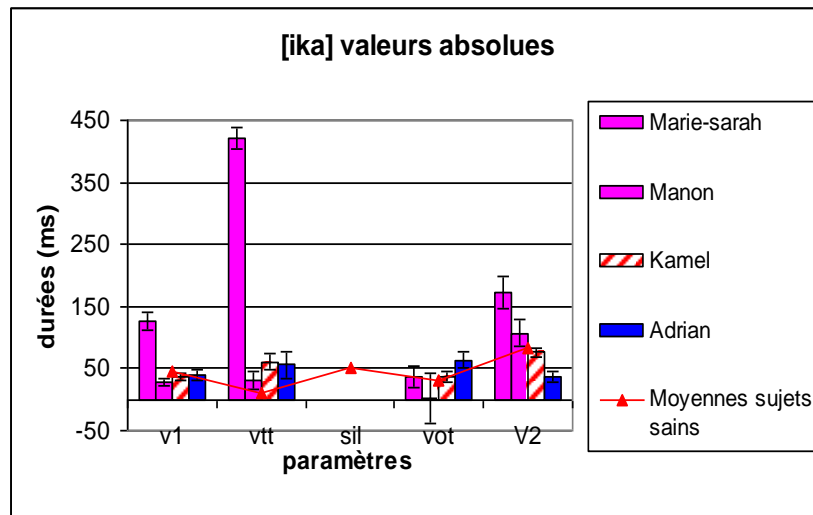


Figure 73 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 5 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

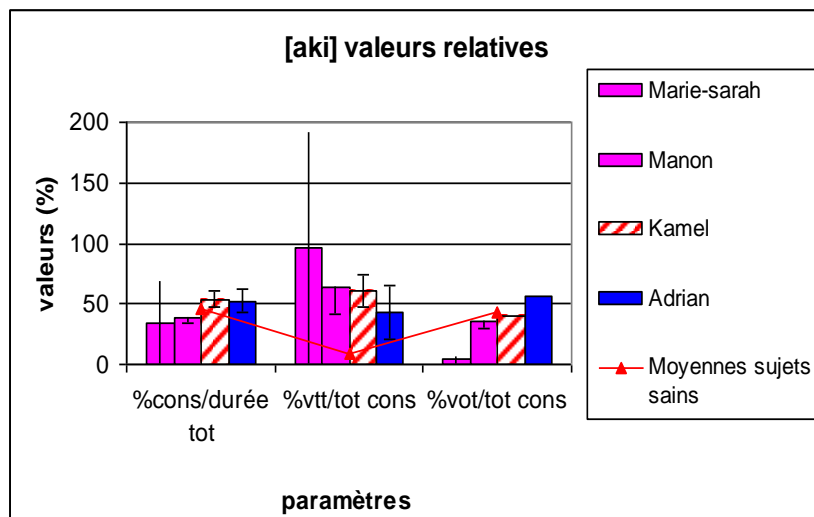


Figure 74 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 5 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

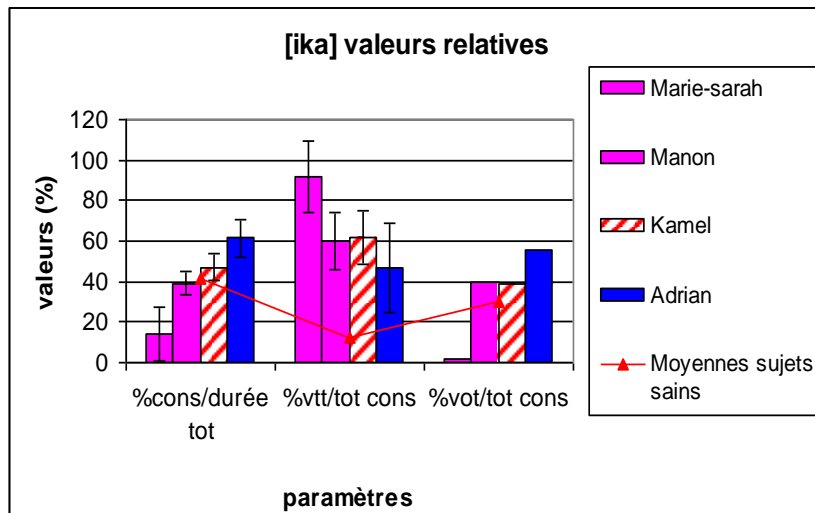


Figure 75 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 5 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

V.2.1.4.3. Contexte [d]

Notons que, dans ce contexte, nous n'avons pas mesuré de VOT chez la locutrice Marie-Sarah. En effet, celle-ci ne produit aucune plosion et seule la tenue consonantique est visible sur le signal.

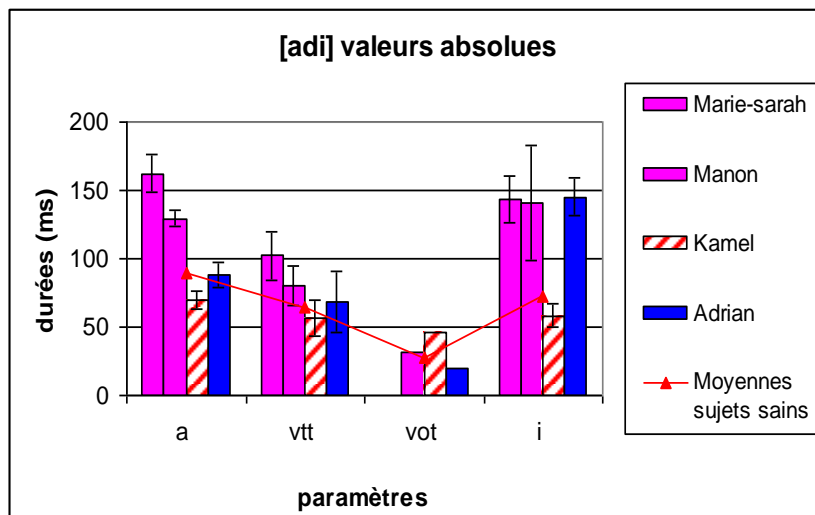


Figure 76 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 5 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

Le VTT est plus long chez les locuteurs âgés de 9 ans par rapport aux deux autres locuteurs, qui eux ont des valeurs similaires à celles des sujets sains (65 ms) dans les deux contextes vocaliques.

Cela est visible sur la Figure 78 représentant les valeurs relatives pour [ida]. En revanche, en observant les valeurs relatives en contexte [adi] (Figure 77), nous constatons que le VTT représente 79 % du total de la consonne chez Adrian. La différence visible en valeurs absolues est donc certainement liée à la vitesse d'élocution, qui serait plus rapide chez le sujet plus âgé.

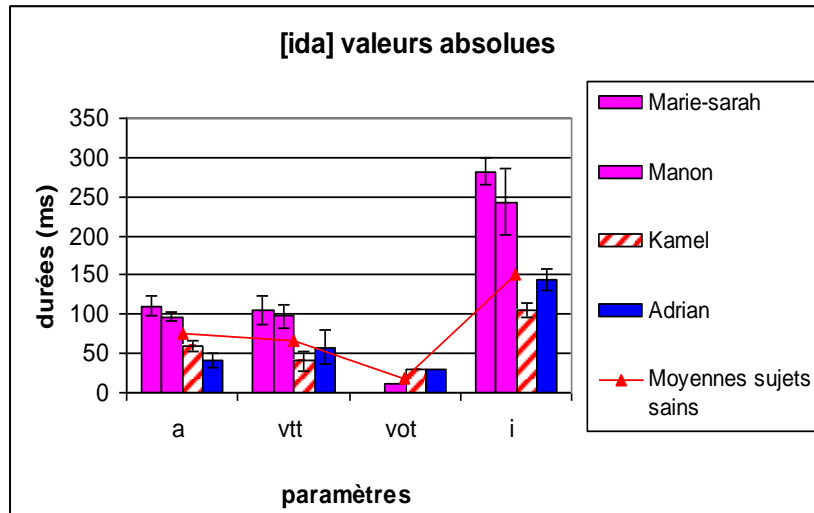


Figure 77 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 5 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

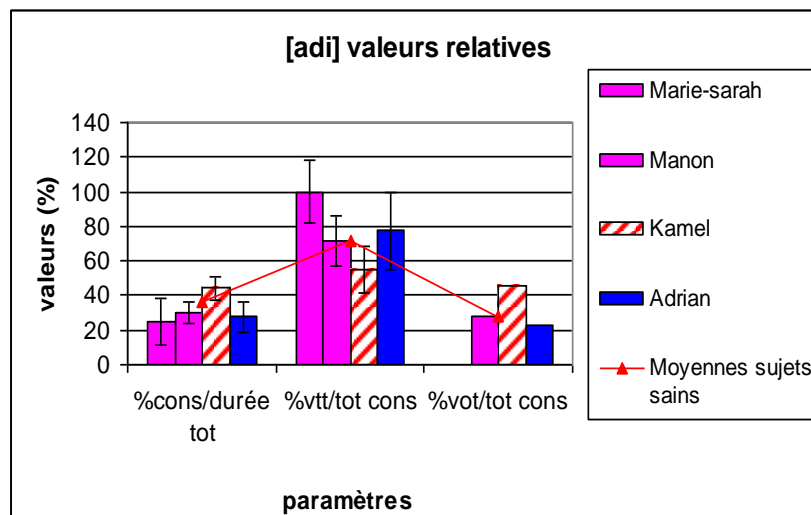


Figure 78 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 5 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

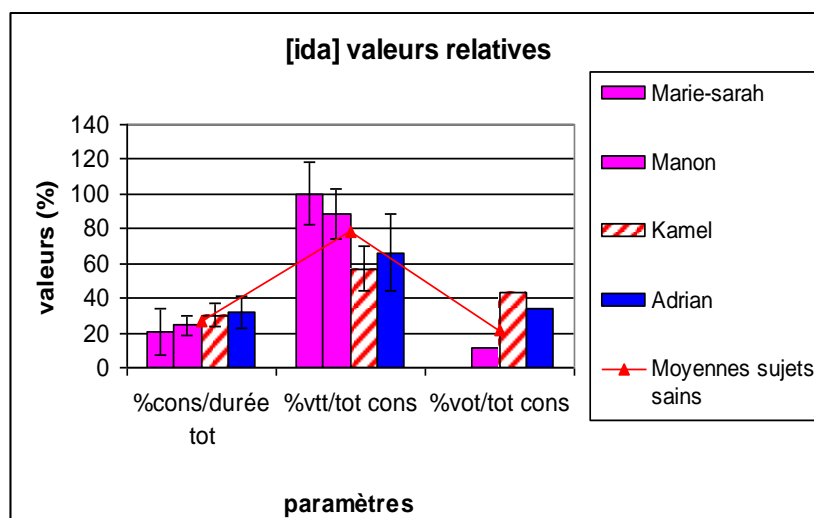


Figure 79 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 5 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

V.2.1.4.4. Contexte [g]

Pour le [g] également, ce sont les locuteurs pathologiques âgés de 9 ans qui montrent les valeurs de durée du VTT les plus élevées, tandis que les valeurs de durée des locuteurs pathologiques plus âgés rejoignent celles des locuteurs sains (c'est-à-dire environ 73 ms pour [agi] et 65 ms pour [iga]). Cela est confirmé par les valeurs relatives en contexte [agi] ; en contexte [iga] en revanche, les valeurs des sujets sains se rapprochent davantage des locuteurs pathologiques de 9 ans (avec 70% de la durée totale de la consonne occupée par la durée du VTT).

Les valeurs des segments vocaliques sont également plus importantes chez les locuteurs pathologiques les plus jeunes.

Les durées du VOT sont en revanche assez proches chez les différents locuteurs pathologiques et les locuteurs sains, il n'y a donc aucune différence significative notable (27 ms en contexte [a-i] et 22 ms en contexte [i-a] pour les locuteurs de contrôle). (cf. Figures 80 à 83)

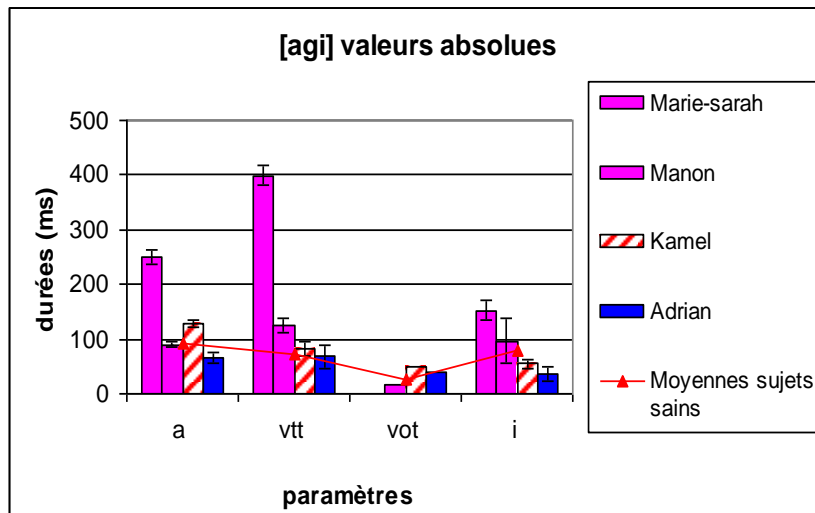


Figure 80 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 5 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

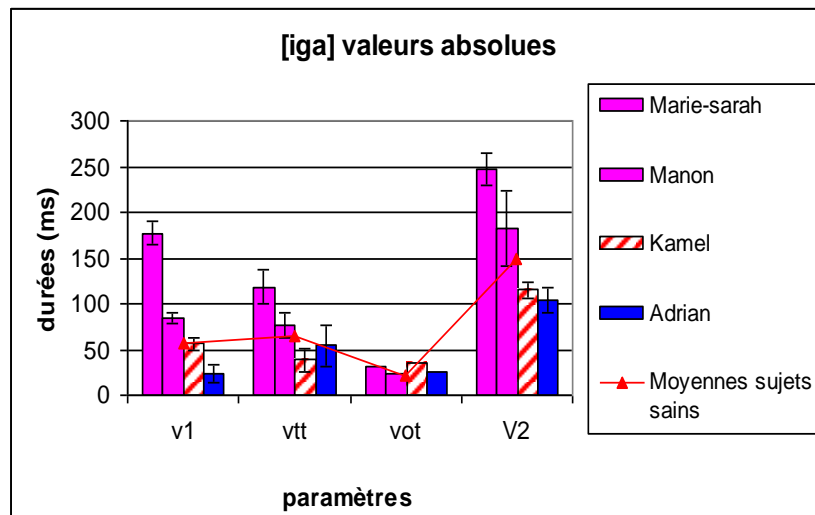


Figure 81 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 5 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

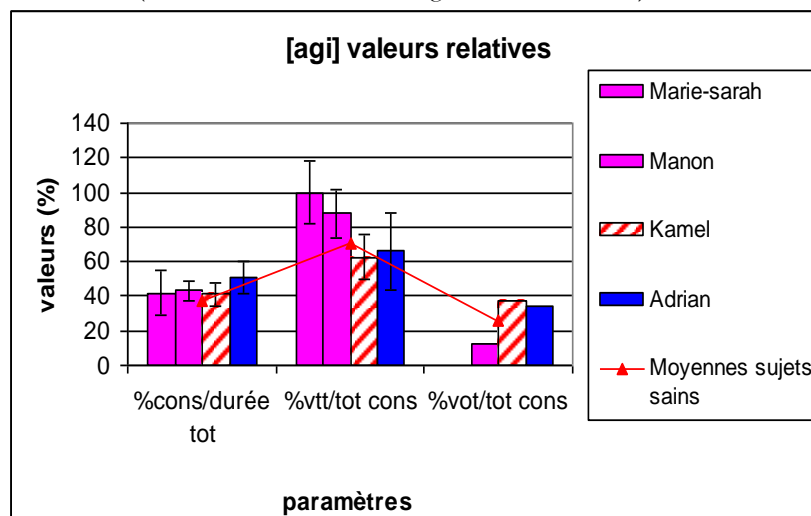


Figure 82 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 5 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

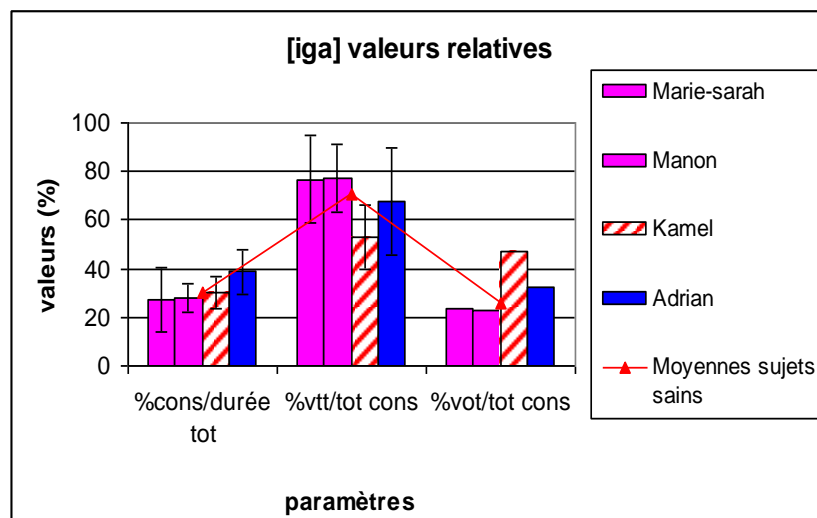


Figure 83 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 5 (9 ans en rose, 12 ans en rouge, et 15 ans en bleu).

Pour résumer

(1) Les locuteurs les plus jeunes ont les VTT les plus longs, par rapport aux locuteurs plus âgés et aux locuteurs sains. Ces mêmes locuteurs ont également les segments vocaliques les plus longs. Cela nous amène à penser que les locuteurs de 9 ans essaient de compenser leurs difficultés à produire les consonnes par un allongement des voyelles voisines et de la tenue consonantique.

(2) Les deux locutrices âgées de 9 ans, Marie-Sarah et Manon, ont des productions très éloignées des productions des locuteurs sains, tant au niveau quantitatif que qualitatif. En effet, elles sont dans l'incapacité de produire la majorité des occlusives. Ce phénomène est lié particulièrement à leur problème de fuite nasale ; l'air passe systématiquement par le nez, empêchant le blocage de l'air, et donc toute production adéquate d'occlusive. De ce fait, il importe de souligner que les valeurs présentées ici comme durée des paramètres étudiés ne peuvent être considérées comme telles dans la mesure où les sons produits ne sont pas les mêmes. Nous présentons ici ces valeurs à partir du moment où ces productions sont des variantes du son désiré chez ces locuteurs. En effet, dans leur recherche des limites de viabilité du son, ces productions sont les plus proches qu'ils soient parvenus à structurer. Nous y reviendrons dans la discussion générale.

(3) Ce type de fente, la fente sous-muqueuse, peut être mis à l'écart des autres types. Les fentes sous-muqueuses sont plus difficiles à « négocier » par le locuteur lors de la prise de parole. En conséquence, il est plus contraignant pour ces locuteurs de trouver des moyens de compensations palliant le passage de l'air entre les cavités nasale et buccale.

Pour conclure

(1) Notons dans un premier temps la grande variabilité des productions des locuteurs pathologiques. Celle-ci est d'abord révélée par les écarts types importants qui soulignent la variabilité intra-individuelle. Ensuite, nous avons vu que la variabilité inter-individuelle existe au sein même d'un groupe de locuteurs pathologiques porteurs du même type de fente et du même âge.

Malgré le fait que les locuteurs soient regroupés en fonction du type de fente dont ils sont atteints, il est difficile de tirer des tendances nettes quant à la gestion des articulateurs et le comportement des locuteurs pour la production des segments donnés. En effet, il apparaît clairement que chaque locuteur « construit » les gestes en fonction de ses possibilités, afin d'atteindre la cible en restant au plus près de la « diagonale idéale » (*cf.* Théorie de la Variabilité Adaptative de Lindblom, discutée dans le Chapitre I, section 4).

(2) Le plus souvent, les valeurs de VOT¹ augmentent avec l'âge des locuteurs, or c'est le phénomène inverse qui était attendu. En revanche, nous avons pu noter que les valeurs de VTT sont généralement plus élevées chez les locuteurs pathologiques les plus jeunes.

(3) Rappelons que les fentes palatines sous-muqueuses devraient être traitées, selon nous, à part dans cette étude. En effet, ces locuteurs n'ont pas produit les sons attendus, il est par conséquent difficile, et cela peut sembler inapproprié, de les comparer aux durées des sujets sains, qui, finalement, produisent d'autres sons. Il nous a paru cependant indispensable de les inclure dans cette étude et d'analyser les sons qu'ils produisent, justement, à la place des sons désirés. Tous nos locuteurs réajustent d'une façon ou d'une autre leurs productions en fonction de leur type de fente ; ceux-là ont simplement des stratégies de réajustement plus éloignées de celles déployées en contexte de production normale de la parole. Notons que les productions de ces locuteurs mériteraient une analyse individuelle qualitative.

V.2.2. Analyses par âges

V.2.2.1. Locuteurs âgés de 9 ans

Toutes les valeurs étant représentées sur les graphiques *supra*, nous ne présentons ici que les graphiques les plus pertinents. Les autres peuvent néanmoins être consultés en annexes (Annexe 5).

V.2.2.1.1. Contexte [t]

En contexte [t], plusieurs tendances ressortent.

Nous notons un allongement de la seconde voyelle chez les deux locutrices porteuses d'une fente palatine sous-muqueuse ; en contexte [a-i] (*cf.* Figure 84) cette différence est significative chez la locutrice Marie-Sarah (avec une moyenne de plus de 100 ms alors que les autres locuteurs présentent des moyennes de durée inférieures à 67 ms), par rapport aux autres locuteurs pathologiques et aux sujets sains, mais l'écart type est si important (97 pour une moyenne de 135 ms) chez la locutrice Manon que la différence n'est pas significative chez cette dernière. En contexte [i-a] (*cf.* Figure 85), les différences sont comparables chez ces deux locutrices par rapport aux autres locuteurs du même âge, bien que les durées de tous les locuteurs augmentent. Aussi, la locutrice Julie, porteuse d'une fente palatine postérieure, présente des valeurs de durée similaires à celles des locutrices Marie-Sarah et Manon. Notons cependant que l'écart type est plus réduit chez cette locutrice.

Ces résultats peuvent être le reflet de la nature sonore de la consonne chez ces deux locutrices, tel que nous l'avons vu dans le Chapitre III., section 1.2.1. En effet, même si aucun des locuteurs pathologiques (hormis une locutrice) n'arrive à produire de silence acoustique, la consonne, bien que sonorisée, conserve sa nature non voisée au niveau perceptif. Or cela n'est pas le cas chez ces deux locutrices, qui prononcent des voyelles nasales.

En contexte [a-i], les locuteurs porteurs de fente de type 1 et 3 présentent des valeurs de durée du VOT bien supérieures (situées entre 107 et 138 ms) à celles des autres locuteurs pathologiques, qui, eux, ont des durées comparables à celles des locuteurs sains (78 ms). Cela est confirmé par les valeurs relatives ; le VOT représente de 55 % à 72 % de la durée totale du segment VCV chez les locuteurs pathologiques de type 1 et 3 et moins de 50 % chez les autres locuteurs.

En contexte [i-a], les valeurs de VOT sont supérieures chez deux locuteurs, Safia et Tiago, porteurs de fente de type 1 et 3 respectivement, par rapport aux sujets sains et autres locuteurs pathologiques (Figure 85).

Les valeurs de durée du VTT sont significativement plus importantes chez les locuteurs pathologiques par rapport aux locuteurs sains ; cela est probablement lié à l'absence de silence acoustique chez les locuteurs pathologiques. Notons tout de même que même Julie, qui parvient à réaliser ce silence, a elle aussi des valeurs de VTT significativement supérieures à celles des locuteurs pathologiques. Cet allongement du délai d'arrêt du voisement pourrait marquer la difficulté des locuteurs pathologiques à contrôler la fermeture du port vélo pharyngal, et ce, quelle que soit le type de fente des locuteurs. Toutefois, si ce délai est plus court en contexte [ati] chez les locuteurs porteurs d'une fente palatine postérieure par rapport aux autres locuteurs, il est possible que ce soit lié à l'absence de fente chez ces locuteurs dans la zone antérieure de la cavité buccale. En effet, ces locuteurs peuvent effectuer une compensation au niveau vélaire tandis que

les autres locuteurs pathologiques, chez lesquels la zone antérieure est touchée, doivent à la fois compenser le problème de fermeture du port vélo pharyngal et réaliser un contact dans la zone opérée. Peut-être leur faut-il davantage de temps pour mouvoir la masse linguale, entraînant un allongement de la durée du vtt ?

Aussi, tel que nous l'avons énoncé supra, le VTT correspond au temps nécessaire à la reconstruction de la pression d'air subglottique indispensable à l'arrêt du voisement. Or nous savons que les locuteurs porteurs de fente ont des difficultés à développer cette pression. La vibration vocale est un mouvement passif issu de la rupture d'équilibre entre la tension des cordes vocales et la pression sous-glottique et il est difficile pour nos locuteurs pathologiques de rétablir cet équilibre.

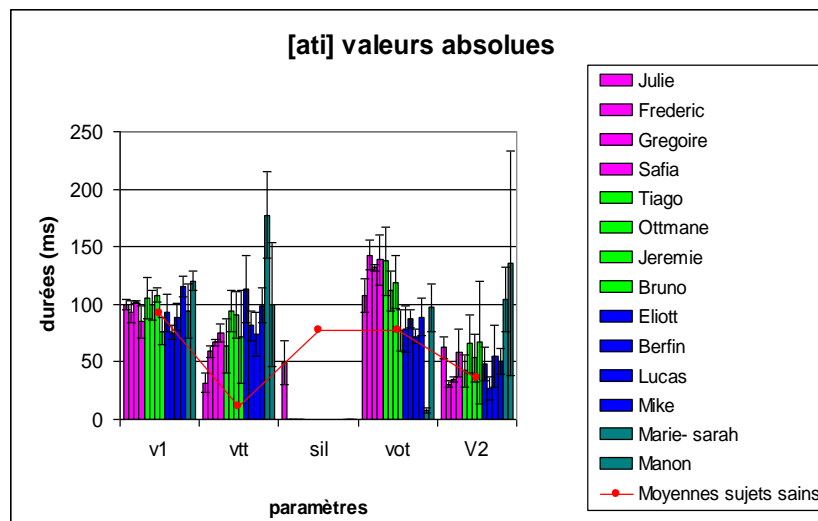


Figure 84 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

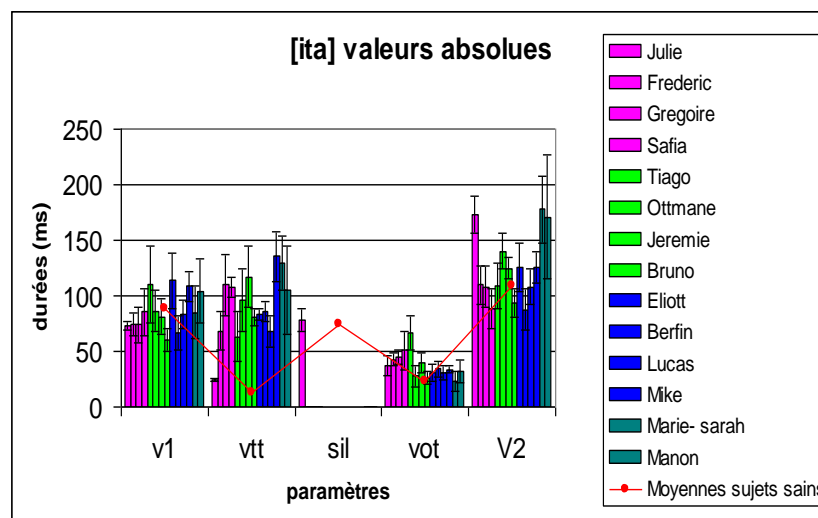


Figure 85 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

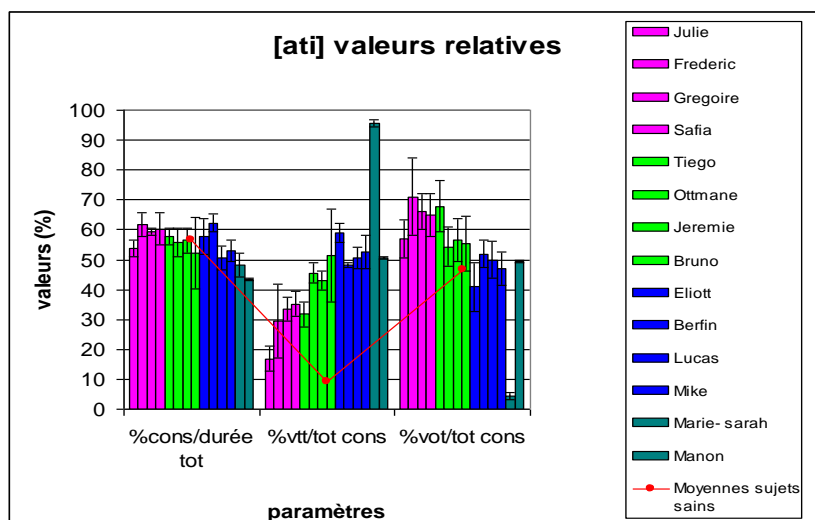


Figure 86 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

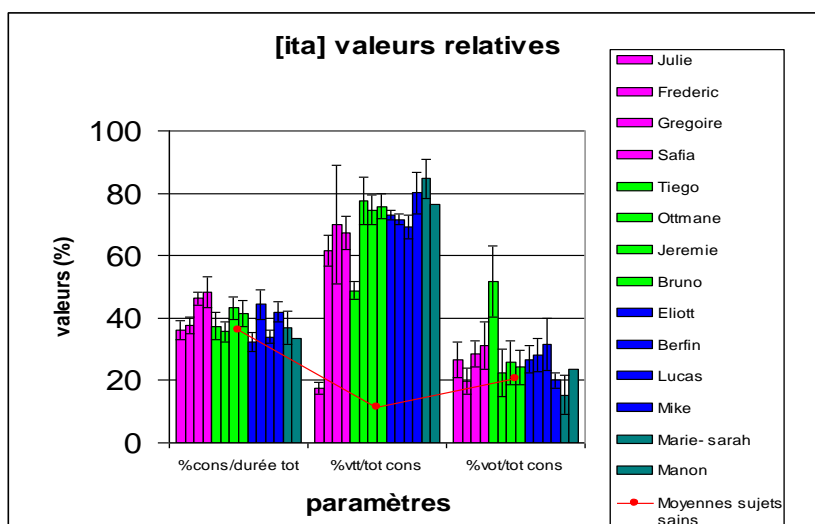


Figure 87 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

V.2.2.1.2. Contexte [k]

En contexte [ika], la durée de la seconde voyelle est plus importante chez les locutrices atteintes d'une fente de type 5 par rapport aux autres locuteurs, comme lors de la réalisation du [t]. En contexte [aki], tous les locuteurs pathologiques ont des valeurs significativement supérieures par rapport aux sujets de contrôle.

En contexte [aki], les valeurs de VOT des locuteurs porteurs d'une fente de type 1 et 3 sont légèrement supérieures à celles des locuteurs sains, mais les écarts types étant élevés, les différences ne sont pas significatives. En contexte [i-a], les valeurs de durée du VOT sont

légèrement plus élevées (comprises entre 25 ms et 61 ms) chez les locuteurs pathologiques par rapport aux locuteurs de contrôle (25 ms), mais les différences ne sont pas significatives.

Comme en contexte [t], les valeurs de durée du VTT sont plus élevées pour les locuteurs pathologiques, lors de la production du [k], comparées à celles des locuteurs sains.

Notons qu'en contexte [a-i], ces valeurs sont très variables, allant de 36 ms chez Julie à 200 ms chez Berfin. En contexte [i-a], les valeurs semblent moins éloignées allant de 32 ms à 61 ms (en dehors de la locutrice Marie-Sarah, que nous considérons à part). Les valeurs relatives confirment ces tendances.

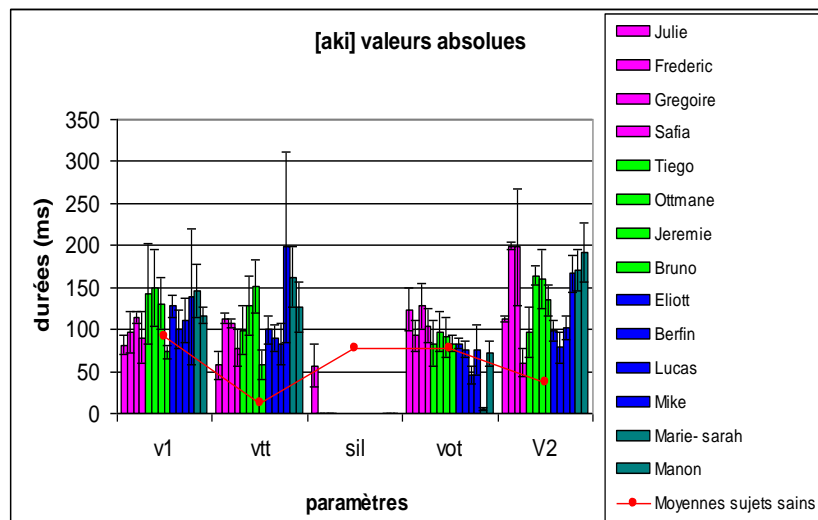


Figure 88 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

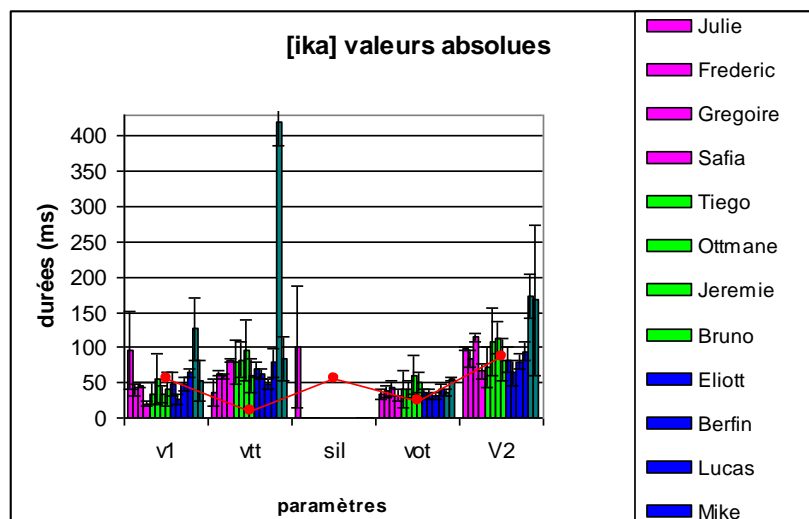


Figure 89 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

Les valeurs relatives (*cf.* Figures 90 et 91) appuient la différence entre les locuteurs sains et les locuteurs pathologiques au niveau de la durée du VTT, dans les deux contextes [a-i] et [i-a]. En effet, on peut voir que le VTT prend une part plus importante, au sein de la consonne, chez les locuteurs pathologiques (22 à 98%) par rapport aux locuteurs sains (10% environ).

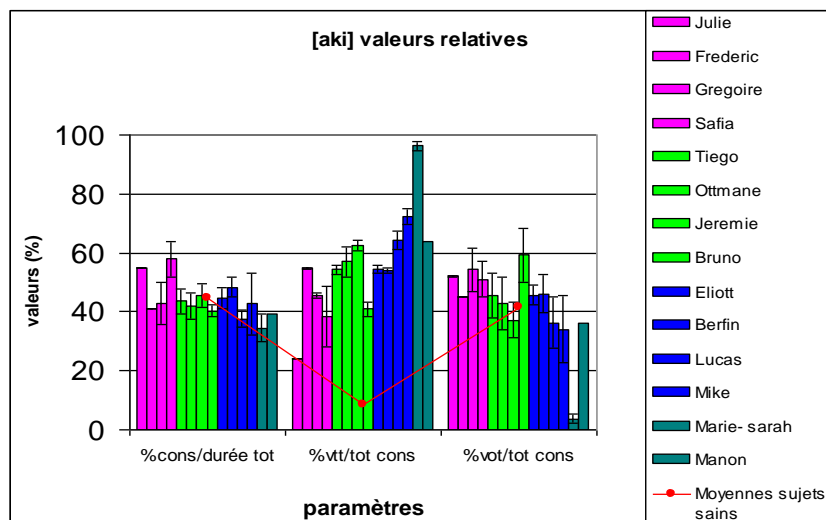


Figure 90 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

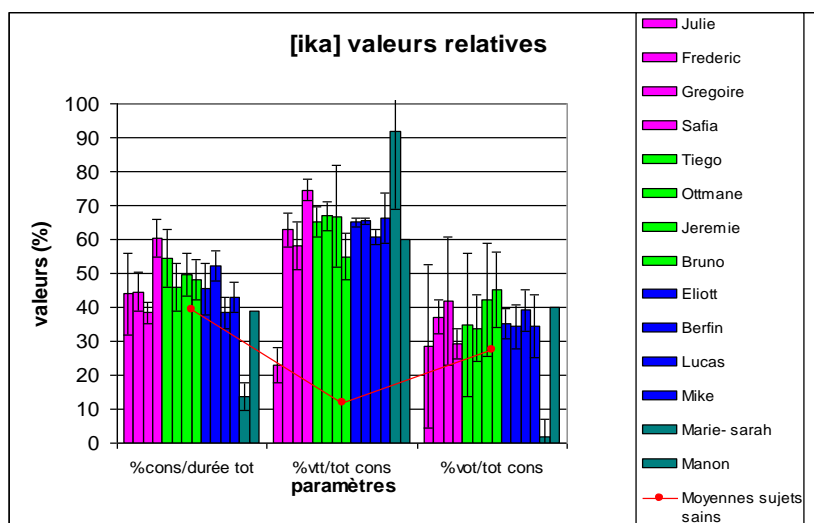


Figure 91 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

Notons que les valeurs de VOT ne sont pas plus élevées lors de la réalisation du [k] que du [t] chez les locuteurs pathologiques, or, *normalement*, tel que nous l'avons vu supra (Chapitre III., section 1.), la durée du VOT réduit avec l'antériorisation du lieu de production de la consonne. Cela va dans le sens de la production d'une consonne middorso-palatale, qui expliquerait le fait qu'il n'y ait pas de distinction au niveau de la durée du VOT. Remarquons cependant que cela est le cas également chez les sujets sains.

V.2.2.1.3. Contexte [d]

En contexte [a-i], le paramètre qui ressort plus particulièrement est la durée du VOT, plus importante chez les locuteurs pathologiques de type 1 (de 46 ms à 75 ms) par rapport aux autres locuteurs pathologiques et aux sujets sains (24 ms) (*cf.* Figure 92).

En contexte [i-a], ce sont les locuteurs pathologiques de type 1 et 3 qui montrent des valeurs de VOT plus élevées que les locuteurs sains et les autres locuteurs pathologiques. (*cf.* Figure 93)

Les valeurs de VTT des locuteurs pathologiques sont proches de celles des locuteurs sains (70 ms) en contexte [a-i], sauf pour Frédéric, Tiago, Elliott et Marie-Sarah (durées allant de 96 ms à 106 ms).

En contexte [i-a], les valeurs de VTT sont plus petites chez les locuteurs pathologiques de types 1 et plus élevées chez les locutrices de type 5 par rapport aux locuteurs sains et locuteurs porteurs de fentes de types 3 et 4. Ces résultats se retrouvent en valeurs relatives. (Le VTT représente environ 60 % de la durée totale de la consonne chez les locuteurs pathologiques de type 1, 70% chez les locuteurs porteurs d'une fente de type 3, 80% chez les locuteurs porteurs d'une fente palatine de type 4 et plus de 90 % chez les locuteurs porteurs d'une fente de type 5).

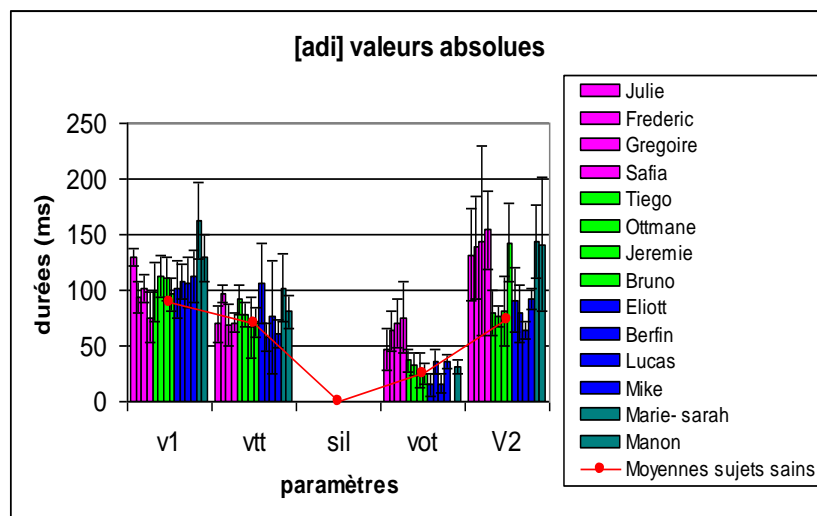


Figure 92 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

En contexte [adi], les valeurs de durée de la seconde consonne [i] sont significativement plus élevées chez les locuteurs pathologiques de type 1 et type 5, par rapports aux locuteurs sains et aux autres locuteurs pathologiques.

Ce paramètre n'est pas pertinent en contexte [ida] ; en revanche, la variabilité intra groupe est illustrée ici ; les locuteurs appartenant à un même groupe (en fonction du type de fente) montrent des valeurs de durées très diverses les unes des autres.

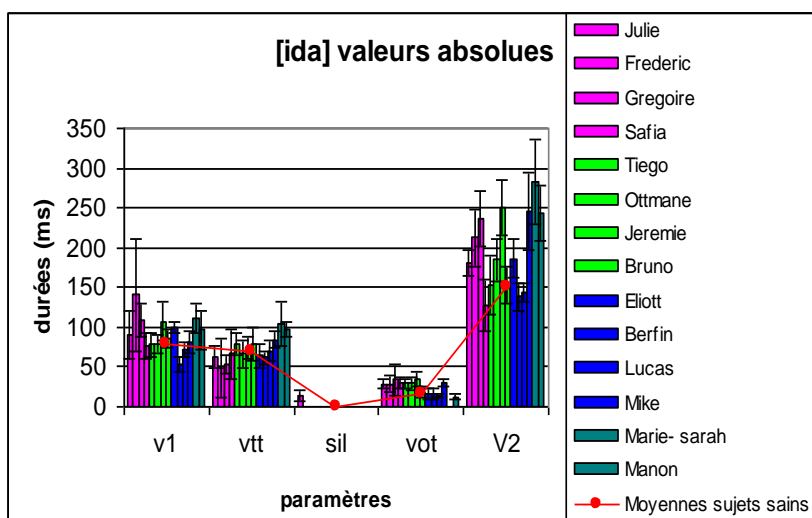


Figure 93 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

Les valeurs relatives renforcent les observations faites à partir des valeurs absolues (cf. Figures 94 et 95).

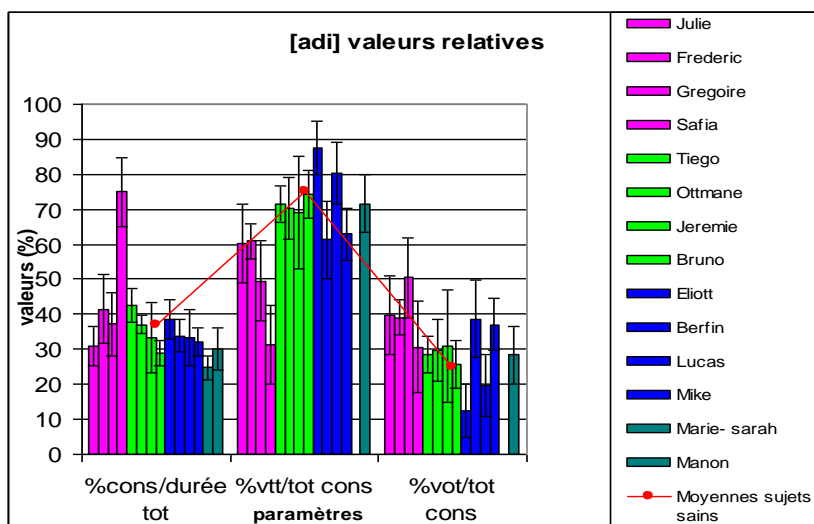


Figure 94 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

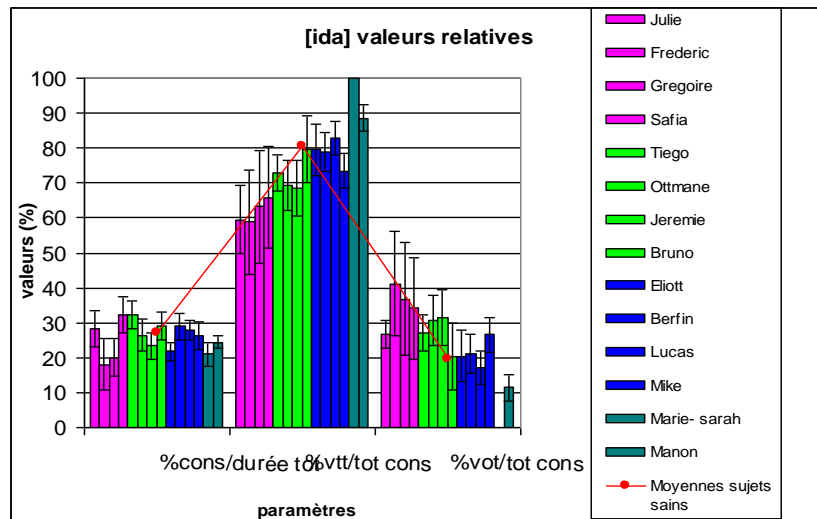


Figure 95 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

V.2.2.1.4. Contexte [g]

En contexte [g], comme en contexte [d], le VOT a une durée plus importante chez les locuteurs pathologiques de type 1 et 3, et Elliott (la durée est en moyenne de 20 ms de plus), par rapport aux locuteurs sains (20 ms) et autres locuteurs pathologiques.

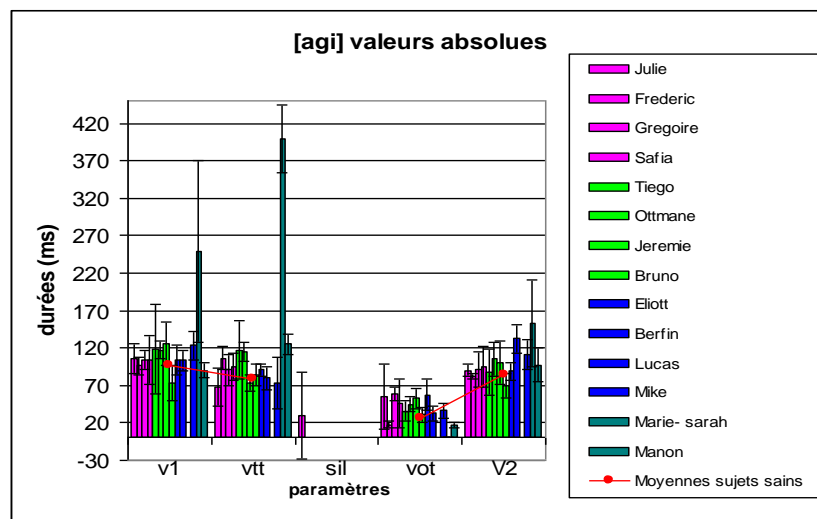


Figure 96 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

Les valeurs de durée du VTT sont plus importantes chez les sujets sains (75 ms) en contexte [i-a] par rapport aux sujets pathologiques porteurs de fente de type 3 (46 ms) et 4 (57 ms), mais les écarts types, compris entre 15 et 30 ms chez les sujets pathologiques et d'environ 5 ms chez les sujets sains rendent cette différence non significative.

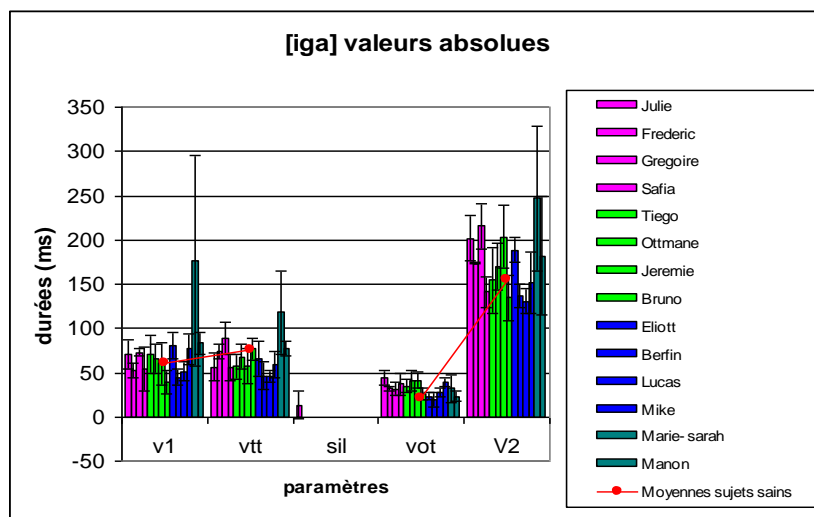


Figure 97 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

Les valeurs relatives n'apportent pas de nouvelles informations relatives à la durée des différents paramètres pour le [g]. Pour cette raison, les graphiques correspondant (96b et 97b) sont situés en annexes (Annexe 5).

Pour résumer

(1) Les valeurs de VTT sont toujours plus élevées chez les locuteurs pathologiques, par rapport aux locuteurs sains lors de la production des occlusives non voisées. Nous avons déjà expliqué ce phénomène par le fait que les locuteurs porteurs de fente palatine n'arrivent pas à produire de silence acoustique ; leur durée de VTT correspond donc en fait à la tenue consonantique.

(2) Les valeurs de VOT sont le plus souvent plus élevés chez les locuteurs pathologiques par rapport aux sujets sains, et ce lors de la production des occlusives voisées et non voisées, et plus particulièrement chez les sujets atteints de fentes palatines de type 1 et 3 (respectivement fentes palatines postérieure et labio-palatine unilatérale).

(3) Nous pensons que les variations de durées pourraient être liées à la localisation de la fente chez le locuteur et au lieu d'articulation de la consonne prononcée. Par exemple, nous supposons que les locuteurs ayant une fente à l'avant de la cavité buccale présenteraient davantage d'écarts au niveau de la durée du VOT et du VTT par rapport aux locuteurs sains, ou aux locuteurs dont la partie antérieure de la cavité buccale n'avait pas été perturbée. Or les présents résultats montrent que, même si les durées des différents paramètres semblent être cohérentes parmi les locuteurs d'un même groupe, les mêmes tendances ressortent quelle que soit

l'occlusive prononcée. En effet, les locuteurs porteurs de fentes postérieure (type 1) et labio-palatine unilatérale (type 3) sont ceux qui présentent les valeurs de VTT les plus basses et les valeurs de VOT les plus hautes, par rapport aux autres locuteurs pathologiques, et ce quel que soit le lieu d'articulation de la consonne.

Il semble donc que la fente postérieure soit la plus « handicapante » dans la mesure où les valeurs de ces locuteurs sont celles qui s'éloignent le plus de celles des locuteurs sains.

En revanche, il est étonnant que les valeurs des locuteurs porteurs de fentes de type 3, soit labio-palatine unilatérale et de type 5, sous-muqueuse, aient des durées plus proches de celles des locuteurs sains, alors que ce sont les deux groupes de locuteurs dont la parole est plus touchée au niveau qualitatif, donc au niveau de l'intelligibilité.

(4) Soulignons encore la grande variabilité inter et intra-locuteurs. En effet, nous avons pu constater à travers ces résultats les écarts types importants, ainsi que les grandes différences de durée existant entre les locuteurs pathologiques, au sein d'un même groupe (locuteurs porteurs d'une fente du même type). Il convient de rappeler que, même si les locuteurs ont un même type de fente, leurs productions peuvent rendre des valeurs de durée très différentes pouvant révéler la diversité des stratégies employées.

V.2.2.2. Locuteurs âgés de 12 ans

Nous n'avons pas de locuteurs porteurs d'une fente de type 1 (fente palatine postérieure) dans ce groupe de locuteurs.

Notons que dans ce groupe de locuteurs, aucun des locuteurs pathologiques n'a réussi à produire un silence acoustique pour la réalisation des occlusives sourdes. La durée de la tenue consonantique de ces locuteurs est notée en VTT.

V.2.2.2.1. Contexte [t]

En ce qui concerne les valeurs en contexte [a-i], remarquons que les durées vocaliques sont plus courtes chez les locuteurs pathologiques par rapport aux locuteurs sains, même si ces différences ne sont pas significatives. La tendance est la même en contexte [a-i]. Les valeurs relatives révèlent cependant que la consonne prend une place plus importante au sein de la séquence totale chez les locuteurs sains par rapport aux locuteurs pathologiques (80% en contexte [a-i] et 60 % chez les sujets pathologiques, et 50 % en contexte [i-a], contre 38% en moyenne chez les sujets pathologiques).

Les durées de VTT sont significativement plus longues chez les locuteurs pathologiques par rapport aux sujets sains : la tenue consonantique, par sa durée, comble l'absence de silence

acoustique. Notons que cette durée est particulièrement longue chez deux locuteurs en contexte [a-i] ; Janis (132 ms) et Daisy (107 ms), et un autre locuteur en contexte [i - a] ; Joseph (135 ms).

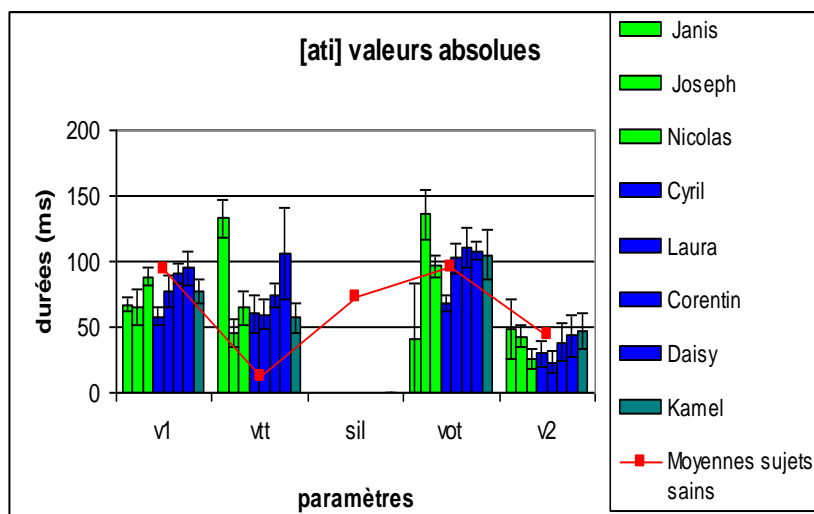


Figure 98 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

Les valeurs de VOT sont relativement semblables en contexte [ati] chez les locuteurs sains et pathologiques (environ 100 ms) sauf chez Janis et Cyril, qui ont des valeurs significativement plus petites, et Joseph, qui présente des valeurs significativement plus élevées.

En contexte [i-a], les valeurs de VOT sont de 27 ms pour les locuteurs sains, et les valeurs de durée sont proches pour quatre des locuteurs pathologiques. Mais les valeurs sont significativement plus importantes chez Janis et Corentin, avec des moyennes respectivement de 52 ms et 51 ms et des écarts types de 11 ms et 10 ms.

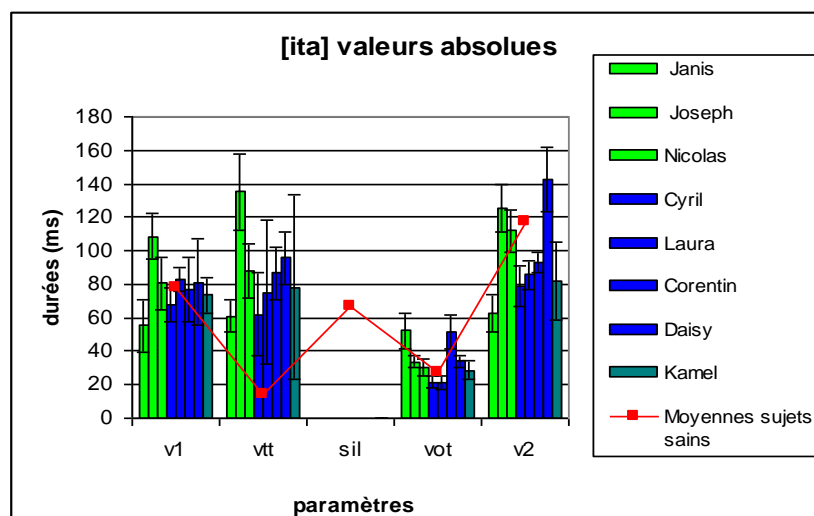


Figure 99 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

Les valeurs relatives (Figures 100 et 101) atténuent les différences entre les différents locuteurs pathologiques au niveau du pourcentage de la durée du VOT et du VTT dans la consonne ; seul Janis se démarque encore très nettement des autres locuteurs dans tous les cas.

Ces valeurs relatives accentuent en revanche les différences de place entre locuteurs sains et locuteurs pathologiques.

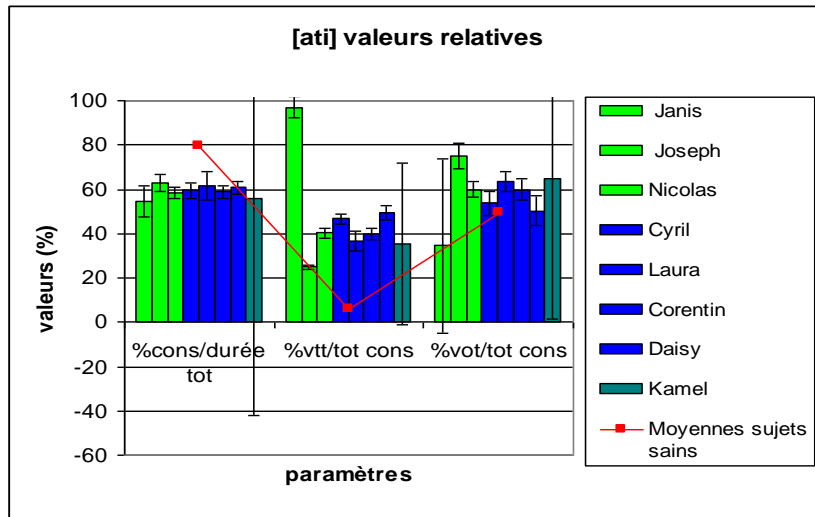


Figure 100 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

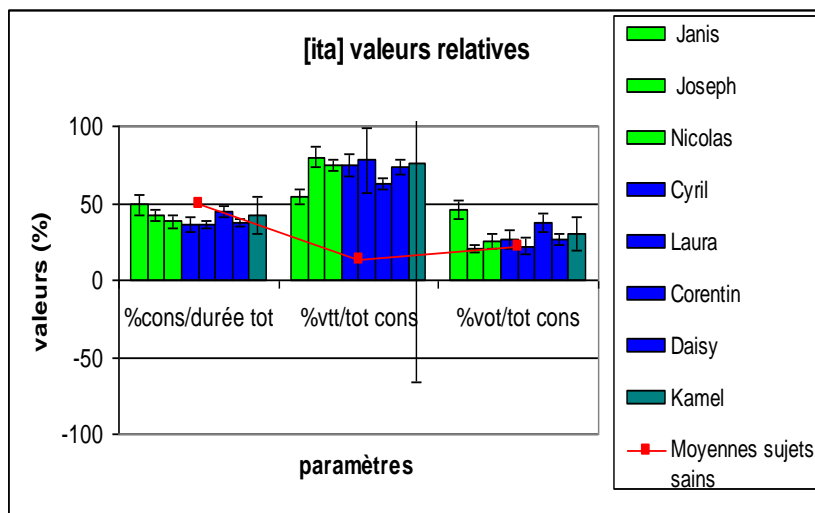


Figure 101 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

V.2.2.2.2. Contexte [k]

Les valeurs de VTT' sont de 66 ms environ pour les locuteurs pathologiques de type 3 et 80 ms pour les locuteurs pathologiques de type 4 et 5 en contexte [a-i]. Les écarts types étant cependant supérieurs à 15 ms chez l'ensemble des locuteurs, ces différences ne sont pas significatives (Figure 101).

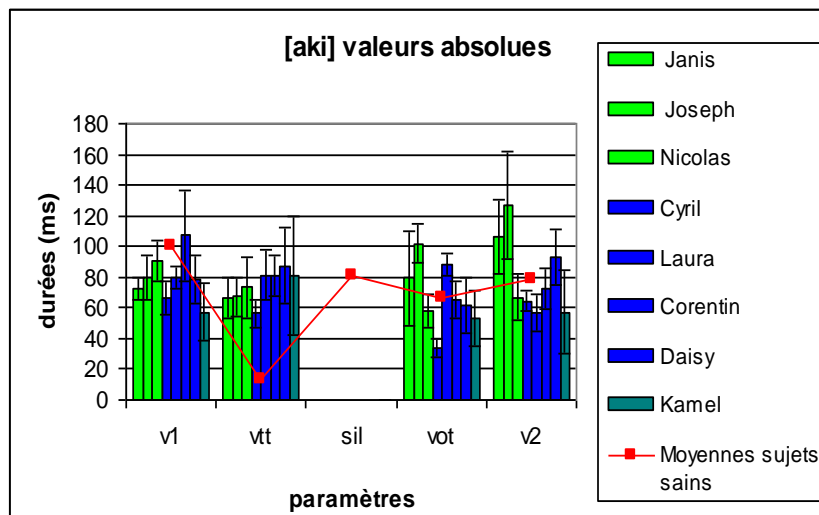


Figure 102 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

En contexte [i-a], les valeurs sont trop disparates entre les différents locuteurs pour pouvoir émettre des tendances relatives au type de fente pour le paramètre du VTT'.

Les valeurs de VOT sont globalement plus importantes chez les locuteurs porteurs de fente de type 3 par rapport aux locuteurs sains, et aux locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 4 et 5 en contexte [a-i]. Les écarts types, élevés, rendent cependant ces différences non significatives (Figure 102).

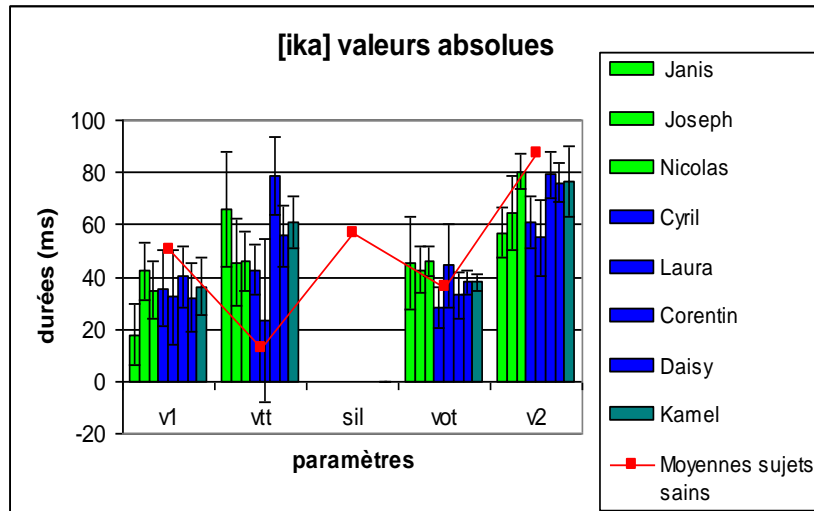


Figure 103 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

V.2.2.2.3. Contexte [d]

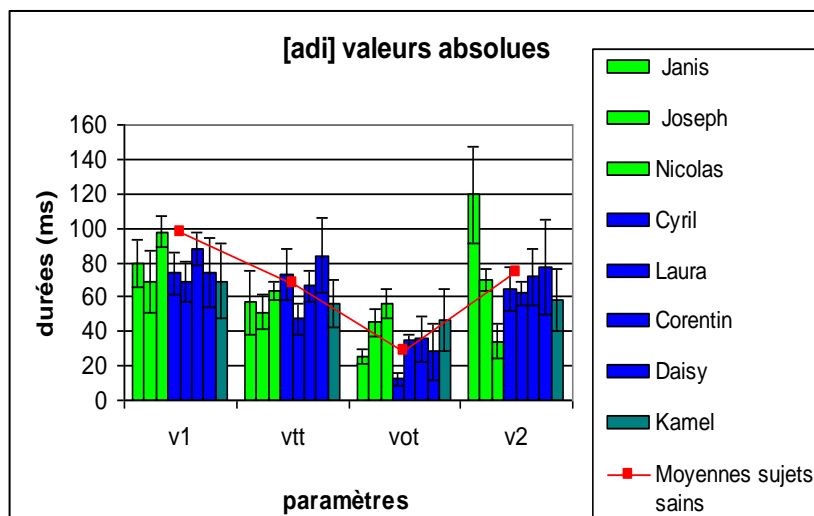


Figure 104 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

Pour les occlusives sonores, en contexte [i-a], les valeurs de durées sont assez proches pour les VTT et VOT, et les différences existantes sont atténuées par l'importance des écarts types.

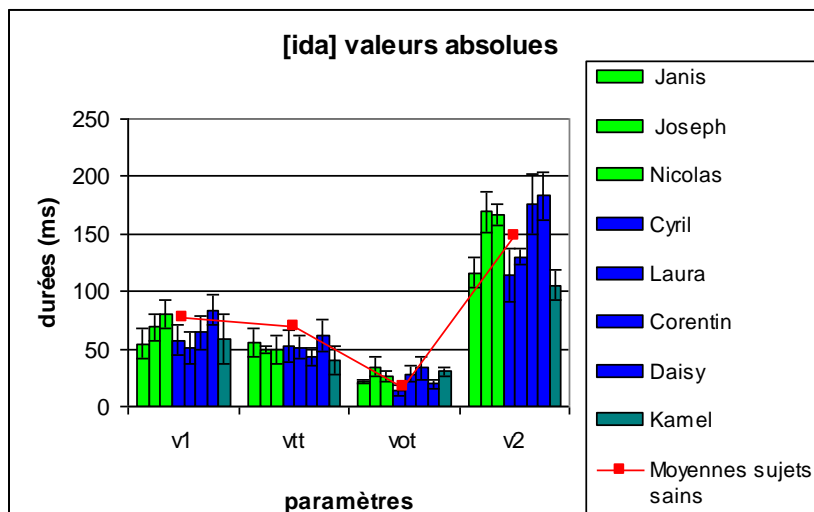


Figure 105 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

En contexte [a-i], les VOT sont plus longs chez les locuteurs porteurs d'une fente palatine de type 3 par rapport aux locuteurs sains et aux autres locuteurs pathologiques.

V.2.2.2.4. Contexte [g]

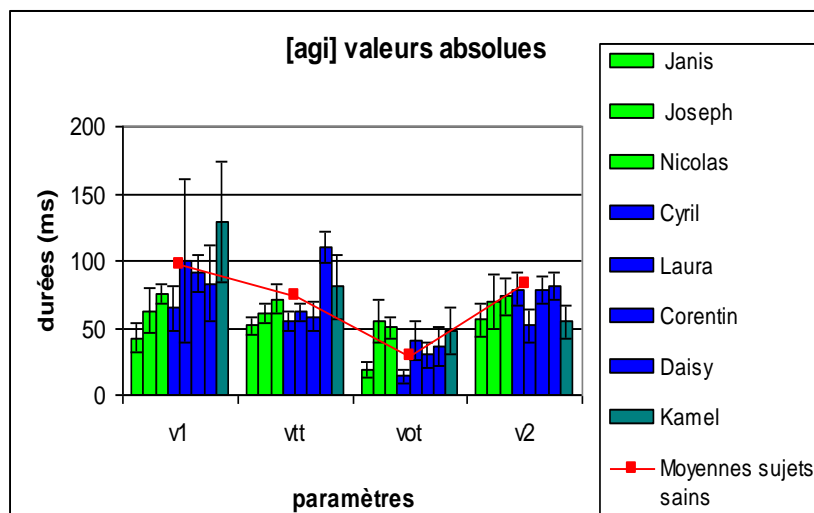


Figure 106 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

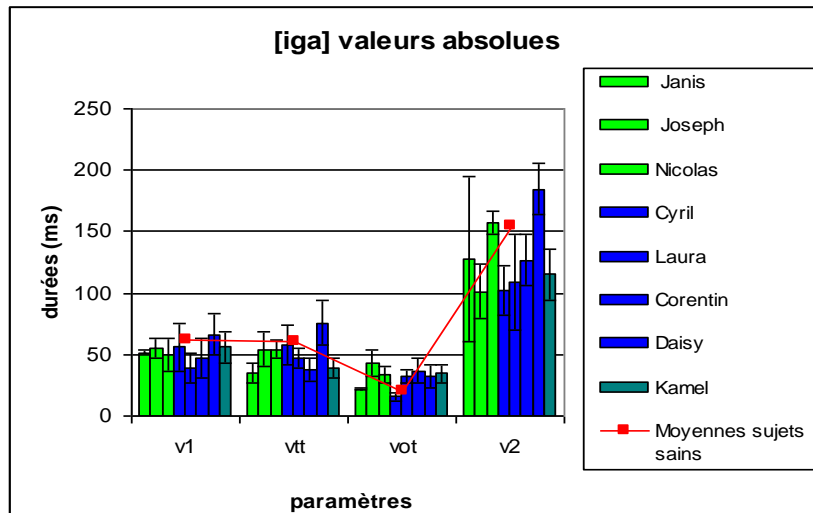


Figure 107 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

Pour résumer

(1) Il est difficile d'extraire une tendance claire en fonction du type de fente chez les locuteurs de cet âge. En effet, chaque individu a recours à des stratégies articulatoires qui lui sont propres, entraînant des organisations acoustiques temporelles diverses.

(2) Nous retiendrons que les locuteurs pathologiques ont toujours des durées de VTT significativement plus longues que les locuteurs sains, lors de la réalisation des occlusives sourdes, puisque cette tenue acoustique correspond à la durée du silence qu'ils ne parviennent pas à réaliser. Cela n'est en revanche pas le cas pour les occlusives sonores.

(3) Les locuteurs porteurs d'une fente de type 3 (labio-palatine unilatérale) ont systématiquement des valeurs de VOT plus importantes que les locuteurs sains.

V.2.2.3. Locuteurs âgés de 15 ans

Aucun des locuteurs pathologiques de 15 ans ne parvient à produire un silence acoustique lors de la production des occlusives sourdes.

V.2.2.3.1. Contexte [t]

En contexte [a-i], les valeurs de durée du VTT sont plus élevées chez les locuteurs pathologiques par rapport aux sujets sains. Notons également les différences existant entre les locuteurs pathologiques : les locuteurs porteurs d'une fente de type 1 et 3 présentent des durées

de VTT plus longues que les autres locuteurs pathologiques (104 ms, 97 ms et 84 ms pour Elodie, Yeter et Jérémie respectivement, et 65 ms, 72 ms et 66 ms chez Alicia, Elodie 2 et Alexanne). Ces différences se retrouvent en valeurs relatives.

Les valeurs de durée du VOT sont significativement plus élevées chez les locuteurs pathologiques de type 1, 4 et 5 (entre 109 et 127 ms) par rapport aux locuteurs sains (94 ms). En revanche, les locuteurs porteurs d'une fente de type 3 ont des valeurs de durées de VOT plus basses que celles des locuteurs sains (cette différence, de 15 ms environ n'est cependant pas significative).

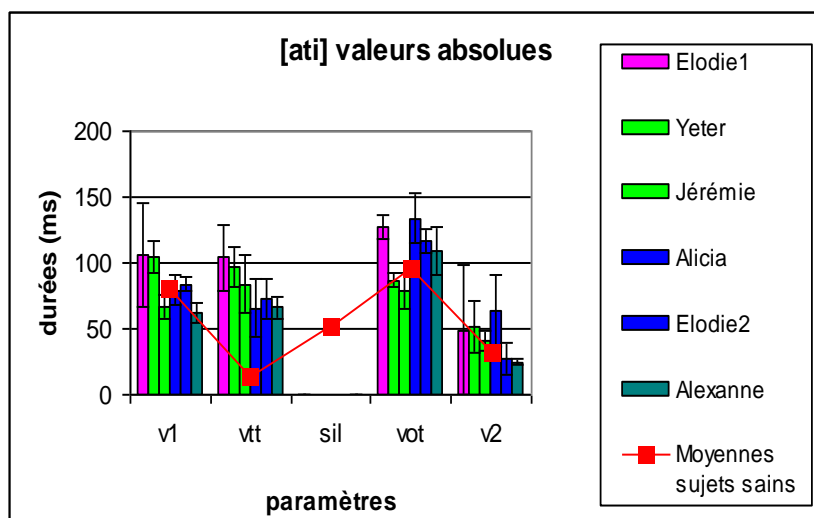


Figure 108 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

En contexte [i-a], seules les valeurs de VTT se démarquent chez les locuteurs porteurs d'une fente de type 3, par rapport aux autres locuteurs pathologiques, avec une différence de plus de 20 ms. Les valeurs restent cependant bien supérieures chez les sujets pathologiques par rapport aux sujets sains. La durée de la tenue chez les premiers correspond à la somme de la durée du VTT et du silence des seconds.

Aucune différence significative n'est notable au niveau des valeurs de VOT, même si les valeurs sont environ 15 ms supérieures chez les locuteurs pathologiques par rapport aux locuteurs sains. (Seul le locuteur Yeter a des valeurs inférieures aux autres locuteurs pour ce paramètre, et les écarts types effacent cette différence).

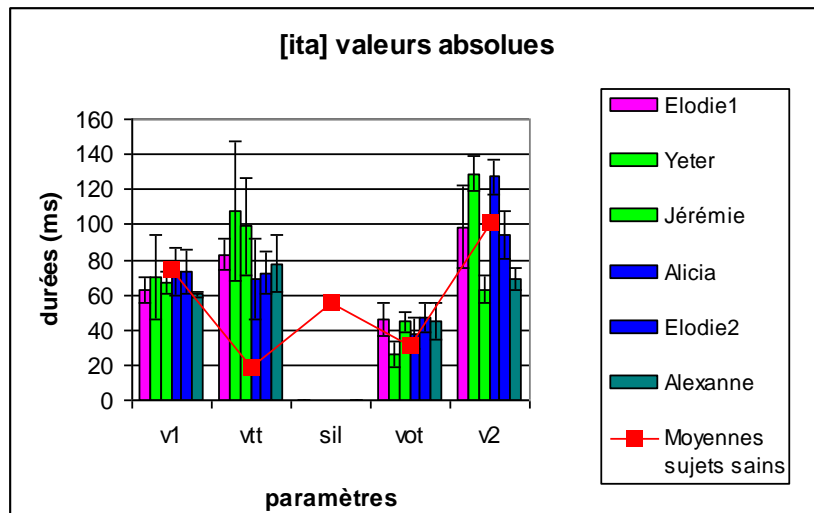


Figure 109 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

Contexte [k]

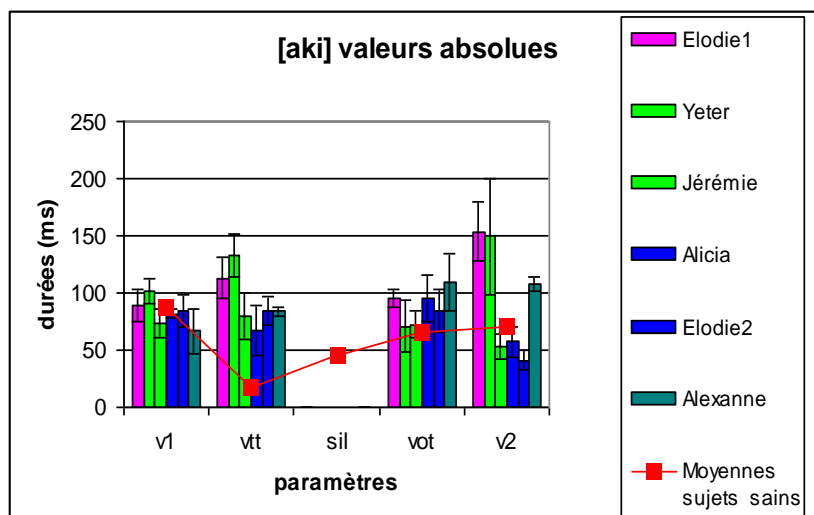


Figure 110 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

En ce qui concerne les valeurs de durée du VOT en contexte [ita], les tendances sont les mêmes qu'en contexte [ati] ; les valeurs sont plus basses chez les locuteurs porteurs d'une fente palatine de type 3 par rapport aux autres locuteurs pathologiques. En revanche, ces valeurs restent supérieures à celles des locuteurs sains.

En contexte [ika] la tendance s'inverse dans la mesure où ce sont les locuteurs porteurs d'une fente de type 3 qui présentent les valeurs de durée de VOT les plus hautes, par rapport à tous les autres locuteurs.

Pour la durée du VTT, les tendances sont les mêmes en contexte [aki] qu'en contexte [ati] ; ce sont les locuteurs porteurs de fente de type 1 et 3 qui présentent les valeurs de durée les plus importantes, par rapport aux autres locuteurs. Et tous les locuteurs pathologiques ont de valeurs de durée bien supérieures à celles des locuteurs sains.

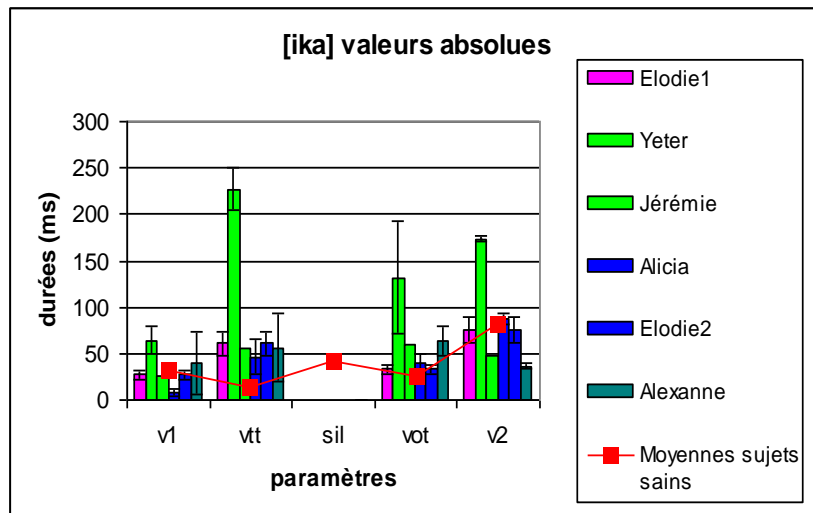


Figure 111 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

V.2.2.3.2. Contexte [d]

En contexte [adi], les valeurs de VTT sont plus basses chez les locuteurs porteurs d'une fente de type 1 et 3 par rapport aux autres locuteurs pathologiques. Ces valeurs sont en revanche proches de celles des locuteurs sains (53 ms). Ici, ce sont les locuteurs porteurs de fente de type 4 et 5 qui ont des valeurs de VTT plus élevées (comprises entre 68 ms et 86 ms) (*cf.* Figure 112).

Les valeurs de VOT sont significativement plus importantes chez Elodie et Yeter, tandis que les valeurs de durée de ce paramètre chez les autres locuteurs sont proches de celles des locuteurs sains (32 ms environ).

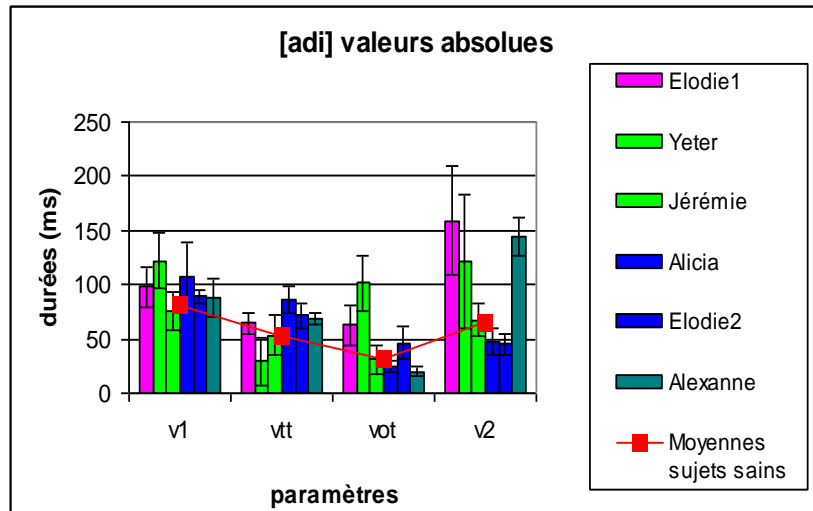


Figure 112 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

En contexte [ida], tous les locuteurs, sains et pathologiques, ont des valeurs proches ; entre 46 ms et 59 ms pour le VTT et entre 24 ms et 30 ms pour le VOT. Seule Elodie présente des valeurs plus basses en valeur absolue, mais on constate sur la Figure 112 qu'en valeurs relatives, tous sont à peu près semblables.

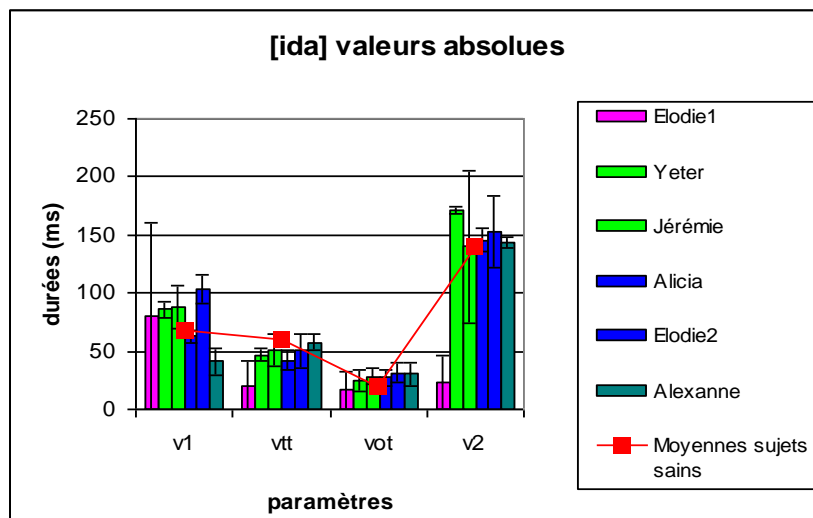


Figure 113 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

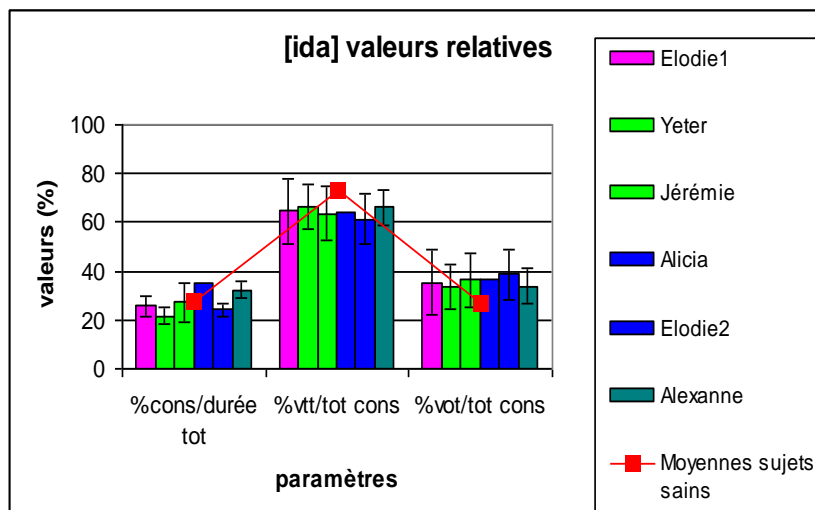


Figure 114 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

V.2.2.3.3. Contexte [g]

En contexte [agi], les valeurs des locuteurs porteurs d'une fente de type 3 sont supérieures pour le VTT et chez l'un des locuteurs pour le VOT. Les autres locuteurs pathologiques ont en revanche des valeurs similaires à celles des locuteurs sains pour les deux paramètres (environ 68 ms pour le VTT et 38 ms pour le VOT).

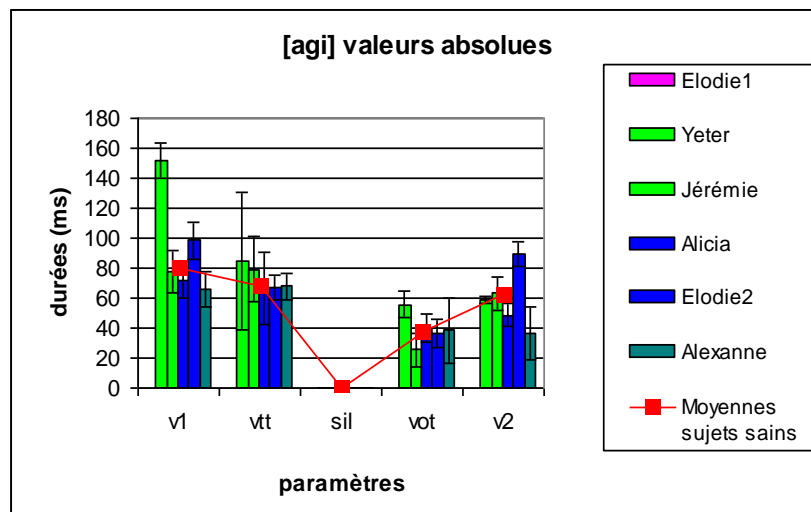


Figure 115 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

En contexte [iga], les locuteurs pathologiques ont des valeurs de durée du VTT plus petites que les locuteurs sains, excepté Alicia, qui a des valeurs similaires (61 ms pour les sujets sains, et 71 ms pour Alicia).

Les valeurs de VOT sont très proches chez les locuteurs sains et les locuteurs pathologiques, autour de 28 ms. Seul Yeter se démarque, avec une durée de VOT de 51 ms, valeur significativement différente de celles des autres locuteurs.

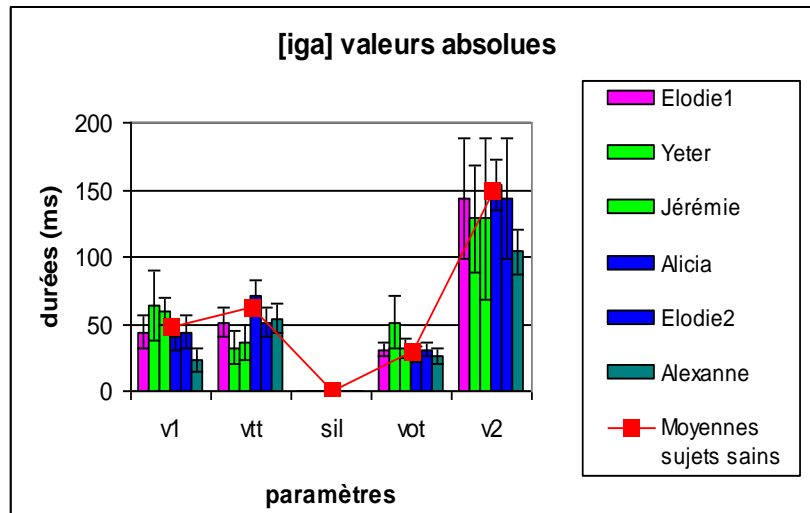


Figure 116 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose, de type 3 en vert clair, type 4 en bleu et type 5 en vert foncé).

Pour résumer

(1) Les valeurs de VTT sont toujours plus élevées chez les locuteurs pathologiques par rapport aux locuteurs sains lors de la production des occlusives sourdes ; la tenue consonantique chez les locuteurs pathologiques est au moins aussi longue que la somme des durées du VTT et du silence acoustique chez les locuteurs sains. Il est à noter que les locuteurs porteurs d'une fente de type 1 (fente palatine postérieure) et 3 (fente labio-palatine unilatérale) ont des valeurs de VTT systématiquement plus élevées par rapport aux autres locuteurs pathologiques.

(2) À cet âge aussi, il est important de souligner la variabilité remarquable, intra et interlocuteurs. Cette variabilité existe entre les différents locuteurs pathologiques, et entre les locuteurs pathologiques et les locuteurs sains.

(3) Souvent, les locuteurs sains et pathologiques ont des valeurs de VOT assez proches ou, si celles des locuteurs sont plus élevées, les écarts type, élevés, rendent les différences non significatives.

V.2.2.4. Locuteurs âgés de 18 ans

V.2.2.4.1. Contextes [t] et [k]

A l'âge de 18 ans, il semble que les locuteurs pathologiques rejoignent les locuteurs sains au niveau de certains paramètres. En effet, même s'ils n'arrivent toujours pas à produire un véritable silence acoustique, et ont donc des durées de VTT plus importantes, leurs durées de VOT sont relativement semblables à celles des locuteurs sains. Cela peut témoigner d'un meilleur contrôle de l'activité laryngée chez ces locuteurs (Figures 117, 118, 119 et 120).

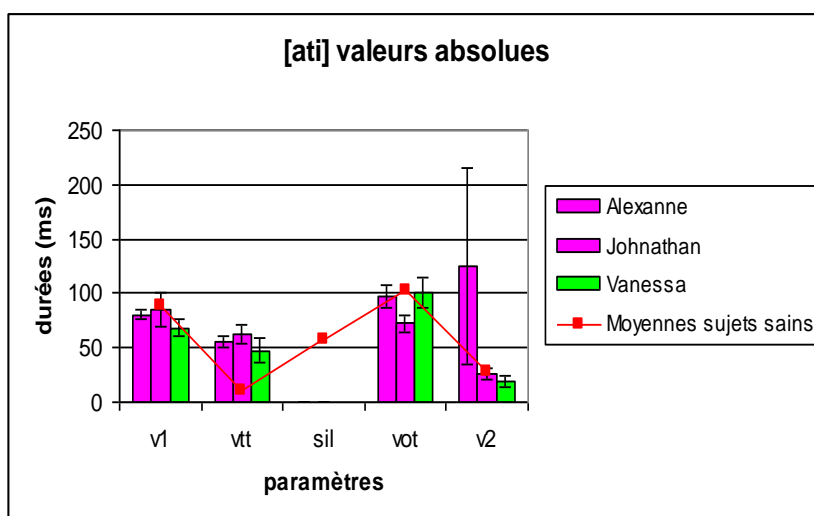


Figure 117 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose et de type 3 en vert clair).

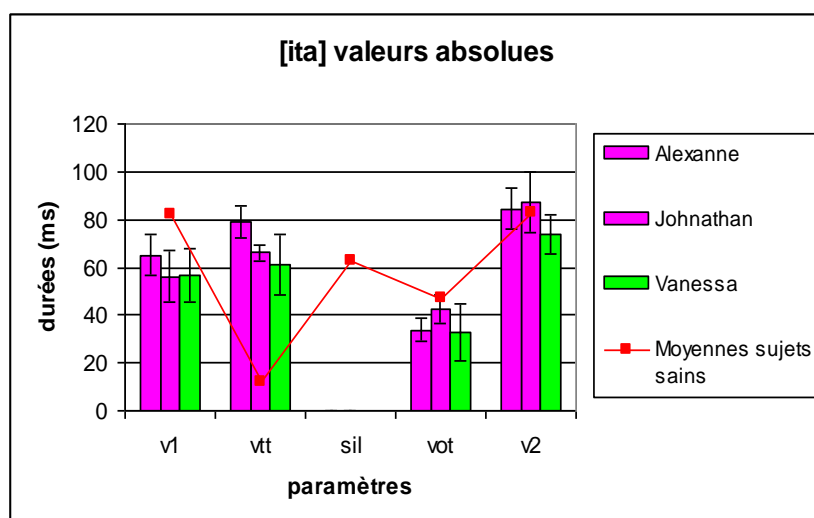


Figure 118 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose et de type 3 en vert clair).

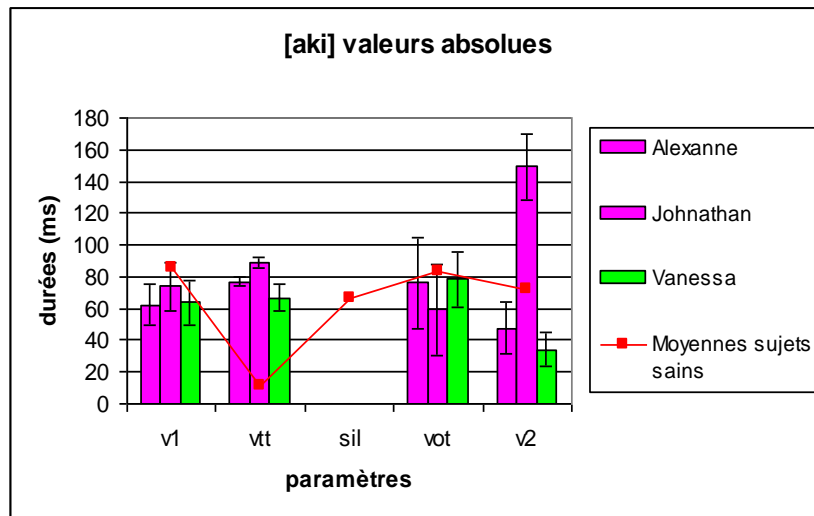


Figure 119 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose et de type 3 en vert clair).

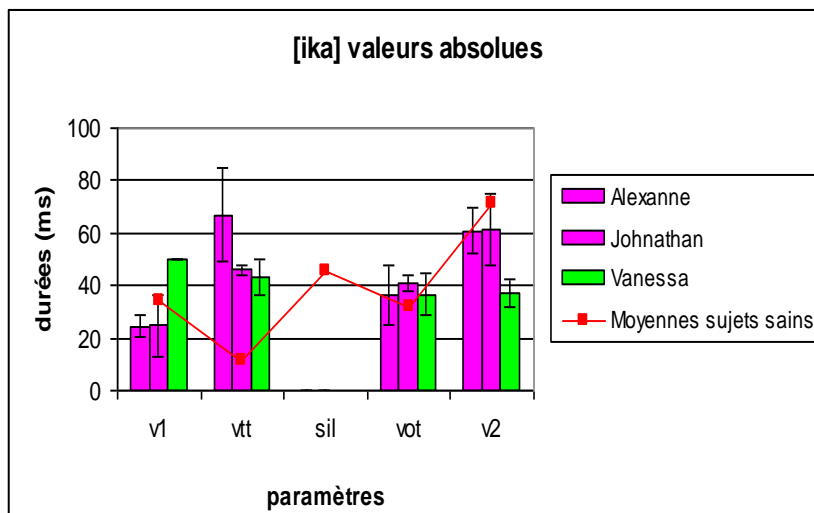


Figure 120 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose et de type 3 en vert clair).

Chez Jonathan, en contexte [adi], nous avons noté une phase de tenue consonantique semblable à la structure du signal observable lors de la production du segment [ati]. Pour cette raison, bien qu'il ne s'agisse pas réellement d'un silence acoustique, mais pour souligner la perturbation, nous avons noté ce segment comme tel.

Les deux Figures 121 et 122 illustrent ces propos.

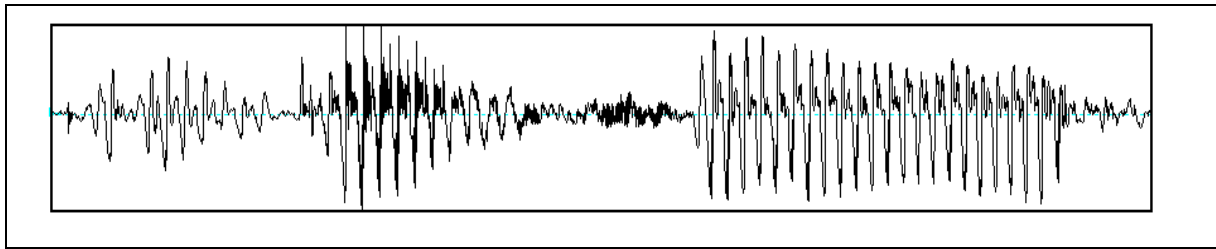


Figure 121 : Segment [ati] chez Jonathan.

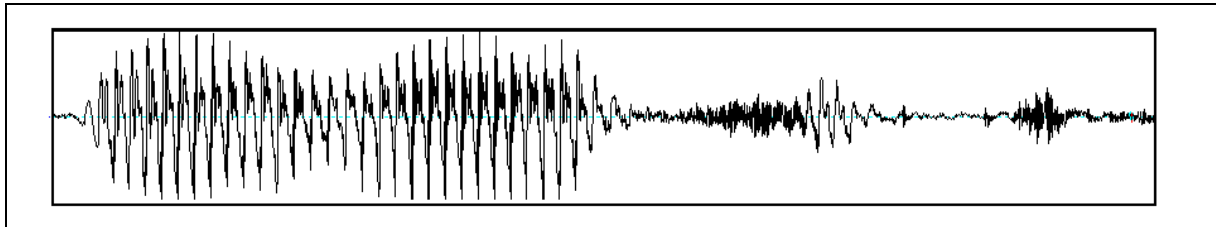


Figure 122 : Segment [adi] chez Jonathan.

V.2.2.4.2. Contextes [d] et [g]

En contexte de consonnes sonores également, les valeurs des locuteurs pathologiques rejoignent celles des locuteurs sains au niveau des différents paramètres étudiés en contexte [i-a] (Figures 124 et 126).

En contexte [a-i], les trois locuteurs montrent des valeurs de durée du VOT différentes. Significativement supérieures à celles des locuteurs sains chez Alexanne et Jonathan en contexte [adi], ces durées sont significativement inférieures chez Vanessa (Figure 123). En contexte [agi], Alexanne a des durées du VOT similaires à celles des locuteurs sains tandis que les deux autres locuteurs ont des valeurs supérieures (Figure 125).

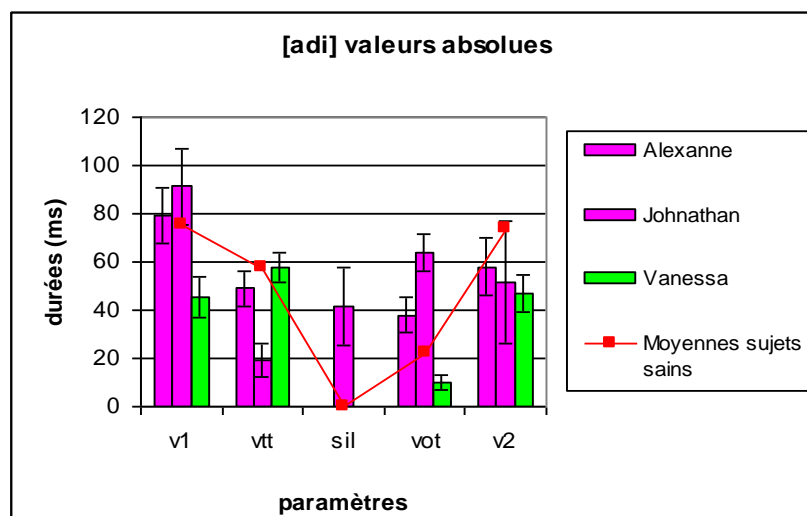


Figure 123 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose et de type 3 en vert clair).

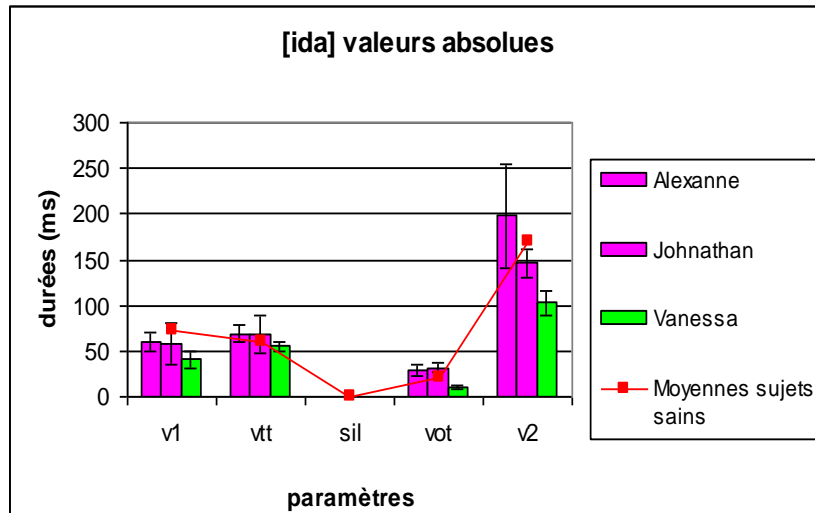


Figure 124 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose et de type 3 en vert clair).

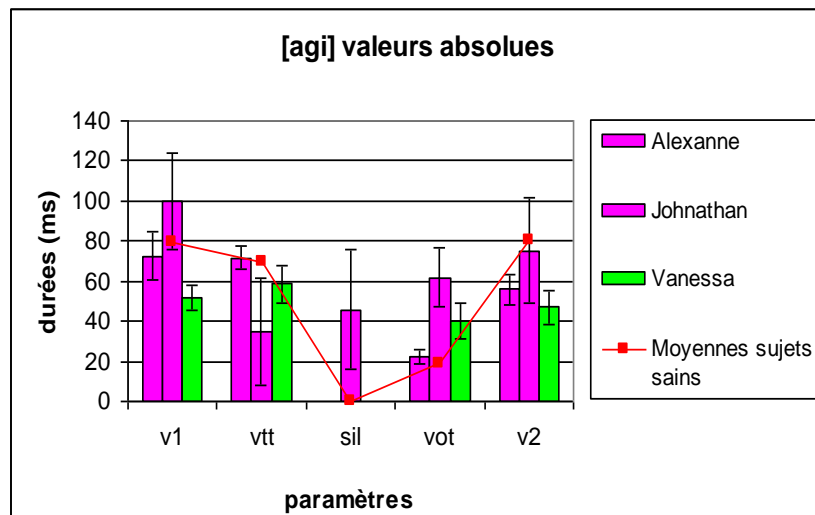


Figure 125 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose et de type 3 en vert clair).

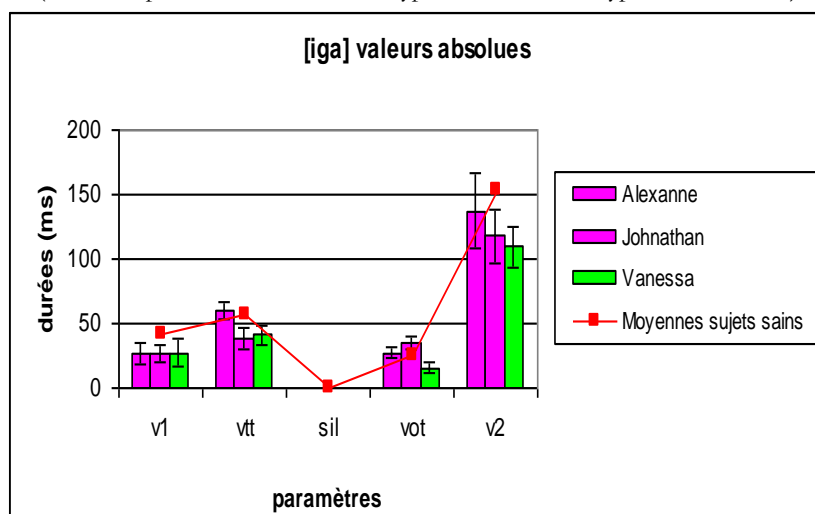


Figure 126 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques (locuteurs porteurs d'une fente de type 1 en rose et de type 3 en vert clair).

Pour résumer

(1) Globalement les valeurs des locuteurs pathologiques de 18 ans se rapprochent des valeurs des locuteurs sains du même âge. Certaines différences significatives sont marquées, mais aucune tendance ne ressort. Etant donné le faible nombre de locuteurs que nous avons ici, il nous est difficile d'émettre quelque hypothèse sur le comportement de ces sujets.

(2) Il est à noter tout de même que la variabilité intra locuteurs, qui diminue normalement avec l'âge, reste importante chez nos locuteurs pathologiques à l'âge de 18 ans.

(3) La variabilité interlocuteur reste importante également, même entre les deux locuteurs atteints d'une fente palatine postérieure.

Pour conclure

(1) Il apparaît dans ces analyses que la distinction est bien plus forte entre les locuteurs ayant des fentes palatines différentes. En effet, le type de fente semble être un facteur plus déterminant que l'âge par rapport aux paramètres temporels étudiés. Au sein d'un groupe ayant le même type de fente, certaines tendances liées à l'âge ressortent, mais les différences ne sont pas significatives. En revanche, lorsque l'on confronte des enfants du même âge mais porteurs de types de fente différents, certaines différences entre les divers groupes sont significatives.

(2) Tel que nous l'avons énoncé *supra*, le VTT correspond au délai nécessaire à la montée de la pression d'air subglottique indispensable à l'arrêt du voisement. Les locuteurs porteurs de fente semblent avoir des difficultés à développer cette pression (*cf.* Annexe 2). Or l'amortissement des vibrations laryngées est un mouvement passif issu de la rupture d'équilibre entre la tension des cordes vocales et la pression sous-glottique, nos locuteurs pathologiques pourraient donc connaître des difficultés à rétablir cet équilibre. Ce constat peut donner une explication aux valeurs de VTT plus élevées chez les locuteurs pathologiques.

(3) Cette expérience révèle que la durée de V2 est significativement plus longue chez les locuteurs sains et significativement plus longue également lorsqu'elle est suivie d'une consonne sonore. Cela rejoint les résultats attestés dans la littérature (*cf.* III.2.1., comme ceux de Kluender *et al.*, 1988, par exemple).

Le fait que la durée totale des segments soit plus longue et plus variable chez les locuteurs pathologiques par rapport aux locuteurs de contrôle est également en accord avec les résultats des recherches antérieures relatés *supra* (*cf.* Chapitre III., 1.1.1., Smith 1992, par exemple). Aussi, cette variabilité plus importante et les segments plus longs chez les locuteurs les plus jeunes par

rapport aux plus âgés, ainsi que la durée plus longue du VOT chez les locuteurs porteurs de fente palatine, étaient déjà exposés chez Kent et Forner (1980).

Les résultats non significatifs des durées de V1 montrent que les locuteurs ne compensent pas l'effet de voisement par la longueur de cette voyelle comme le proposait l'étude d'Abduli-Berruh (2004).

(4) Cette étude met surtout en avant le caractère variable des durées et du timing chez les locuteurs pathologiques. En effet, tous ont un but acoustique commun, mais chaque individu procède à des gestes qui correspondent à une stratégie qui lui est propre pour y parvenir. Ainsi, nous avons pu voir que même lorsque nous comparons les locuteurs en fonction de leur âge et du type de fente dont ils ont été opérés, il reste difficile, voire parfois impossible d'émettre quelque tendance par rapport aux comportements articulatoire-acoustiques de nos locuteurs pathologiques. Ce constat rejoint la théorie de la Viabilité d'Aubin (1991), puisque nous avons ici une illustration des variables possibles permettant d'accéder à une même cible. En effet, la majorité des productions sont perceptivement intelligibles. Aussi, ces résultats vont à l'encontre de la Théorie Motrice de Liberman et Mattingly (1985), qui prône l'existence d'un invariant articulatoire, mais est en accord avec la Théorie Quantique de Stevens (1985) dans la mesure où ces locuteurs, dans leurs productions, mettent en avant le fait que certains mouvements articulatoires peuvent ne pas avoir de conséquences acoustiques.

Résumé Chapitre VI

L'objectif principal de ce chapitre est de montrer que l'équation du locus pourrait être un indice de coarticulation dans l'articulation des occlusives chez les enfants atteints de fente palatine. En effet, à cause de la fente palatine, il est difficile de développer une pression orale suffisante nécessaire à la production des consonnes, telles que les occlusives.

Ainsi, l'hypothèse formulée est la suivante : en raison de leur contrainte de réadaptation des gestes articulatoires, les enfants porteurs de fente palatine présenteront un taux de coarticulation gestuelle inférieure (pente de l'équation du locus proche de 0) à celui des enfants témoins (pente de l'équation du locus proche de 1), lors de la réalisation de ces consonnes.

Le protocole expérimental, les paradigmes linguistiques (sujets, types de fentes, corpus, mesures) et les analyses statistiques sont d'abord décrits. Puis, suivent les résultats expérimentaux intra et inter-individuels.

De manière générale, on constate chez les sujets porteurs de fente un taux de coarticulation plus faible en contexte consonantique sourd, par rapport au contexte sonore. Selon l'âge des sujets, la nature de la pathologie et le lieu d'articulation de la consonne à produire, plusieurs stratégies articulatoires compensatoires sont mises en place, afin de réussir un contact langue-palais plus ou moins viable. Les données analysées dans cette investigation montrent à quel point il peut être difficile d'interpréter les résultats des sujets pathologiques à partir de critères généralisables. Des analyses statistiques globales sont effectuées, mais la démarche adoptée pour tirer des enseignements plus justes de cette étude est, au bout du compte, de comparer des locuteurs comparables, *ceteris paribus*, au prix de ne se fonder que sur un nombre relativement faible de données.

CHAPITRE VI

VI. Expérience 2 : L'équation du locus comme indice de coarticulation dans l'articulation des occlusives sourdes chez les enfants atteints de fente palatine

VI.0. Généralités sur la notion de l'équation du locus

L'équation du locus représente des droites de régressions linéaires dérivées de la relation entre le milieu de la partie stable de F2 (F2-milieu) et le début de la deuxième zone de résonance (F2-début), qui correspond à la transition formantique après le relâchement de la consonne.

Telle que nous l'avons vue *supra* dans la partie III 2), cette mesure a été proposée pour la première fois par Lindblom (1963) dans une étude spectrographique sur la réduction vocalique.

Rappelons que Krull (1987 ; 1989) a ensuite suggéré que les valeurs de la pente dérivées de l'équation du locus pourraient être utilisées pour inférer le degré de coarticulation entre une consonne et la voyelle suivante ; une pente égale à 0 évoquerait une coarticulation nulle, soit un degré élevé de *résistance coarticulatoire*, et une pente égale à 1 une coarticulation maximale, soit un degré élevé d'*adaptation coarticulatoire* (voir aussi Tabain (2002) pour une analyse similaire).

Il est utile de préciser que d'autres études, telles que celle de Sussman (1991), retiennent davantage cette méthode pour obtenir le locus de la consonne que pour mesurer le degré de coarticulation. Signalons, toutefois, que les résultats sur les équations du locus, en tant que mesure du degré de coarticulation CV, ne sont pas toujours concluants (voir, par ex., Löfqvist, 1999).

À cause de la fente palatine, il est difficile de développer une pression orale suffisante nécessaire à la production des consonnes, telles que les occlusives. Ainsi, comme l'ont démontré Powers (1962), Lawrence et Philips (1975) ou encore Trost (1981), de nombreuses manœuvres compensatoires sont employées par les locuteurs pour remédier à leurs problèmes, bloquant l'air déjà au niveau glottal, ou même au niveau pharyngal. Une autre caractéristique de la production orale des enfants ayant une fente palatine est la longueur temporelle des séquences émises, qui est souvent supérieure à celle des productions d'enfants témoins. Une étude menée par Ha *et al.* (2003) en témoigne.

Lindblom (1991) souligne la grande plasticité du geste articulatoire qui est fortement malléable et adaptable. Il signale la capacité des locuteurs à réorganiser une parole qui est, pour une raison ou une autre, *perturbée*. Ils s'adaptent ainsi, acquérant une compensation articulatoire nécessaire à la production du son voulu.

C'est cette hypothèse d'adaptabilité des locuteurs, à partir de l'analyse d'équations du locus, que nous allons tenter de vérifier ici, avec des locuteurs contraints de réajuster leurs comportements articulatoires, face à une pathologie du conduit vocal.

Notre hypothèse de départ est la suivante : en raison de leur contrainte de réadaptation des gestes articulatoires, les enfants porteurs de fente palatine présenteront un taux de coarticulation gestuelle inférieure (pente de l'équation du locus proche de 0) à celui des enfants témoins (pente de l'équation du locus proche de 1).

VI.1. Procédure expérimentale relative à l'analyse de l'équation du locus

VI.1.1. Locuteurs retenus pour l'analyse de l'équation du locus

VI.1.1.1. Locuteurs pathologiques

Nous avons retenu :

- 4 sujets pathologiques de type 1,
- 2 sujets de type 3,
- 4 sujets de type 4

Tableau 30 : Locuteurs pathologiques retenus pour cette étude.

	locuteurs	âge	Pathologie
Type 1 : Fente palatine postérieure	Frédéric	9 ans+3 mois	Fente palatine postérieure + encoche
	Grégoire	9 ans+3 mois	Fente palatine postérieure
	Safia	+6 mois	Fente palatine postérieure
	Julie	+7 mois	Fente palatine postérieure
Type 3 : Fente Labio- palatine unilatérale	Tiago	9 ans	Fente labio-palatine totale gauche
	Nicolas	12 ans	Fente labio-palatine unilatérale simple
Type 4 : Fente labio-palatine bilatérale totale	Eliott	9 ans+2 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Berfin	+6 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Lucas	+6 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Cyril	11 ans +6 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale

VI.1.1.2. Locuteurs sains

Tableau 31 : Locuteurs de contrôle retenus pour cette étude.

12 ans	Niels
	Pierre
9 ans	Lorna
	Flavie
	Quentin
	Alan
	Emile
	Robinson
	Killian
	Lucas

VI.1.2. Corpus retenu pour l'analyse de l'équation du locus

Pour cette expérience, nous avons analysé le corpus 1, soit 2 occlusives sourdes [t, k] et occlusives sonores [d, g] comprises entre [a] et [i] et [i] et [a] :

- C'est à **qui** ça ? sɛtakisa
- Un **habit** vert œnabivɛr
- Le **radis** cru lɛradikrɥ
- La **guimauve** lagimɔv
- La **cicatrice** lasikatris
- Il **y** **balaie** ilibalɛ
- **Formidable** fɔrmidabl
- La **cigale** lasigal

Pour les locuteurs âgés de 12 ans, nous avons également utilisé le corpus 2, comprenant la voyelle [u] :

Corpus n°2 :

- Le bon **gouda** lɛbɔ̃guda
- Il **adouc**it le chien iladusilɛʃjɛ̃
- Il a **tout** cassé ilatukase
- **Cou**ds ta chemise kutafɛmiz

Nous renvoyons notre lecteur au Chapitre IV, section 3 pour la justification du choix de ces corpus.

Chaque occurrence a été répétée 10 fois par chaque locuteur, et toutes les répétitions ont pu être analysées dans cette étude.

VI.1.3. Acquisition des données

Les enregistrements des locuteurs pathologiques ont été effectués à l'Hôpital de Hautepierre, à Strasbourg, avec un appareil enregistreur numérique (Fostex FR²® sur carte Flash II) et un micro directif (Sennheiser e845 S®). Les sujets sains ont été enregistrés dans une salle calme d'un collège, avec le même matériel.

VI.1.4. Mesures

En ce qui concerne les mesures, nous avons dans un premier temps segmenté le signal à l'aide du logiciel Praat®, puis nous avons relevé les valeurs de F2 au début de la voyelle (après le relâchement de la consonne et avant l'établissement d'une structure formantique vocalique clairement définie), et de F2 au milieu de la voyelle (à un endroit formantique stable de la voyelle). Les valeurs formantiques ont été mesurées en hertz (Hz) de façon automatique, puis vérifiées manuellement.

Il faut souligner que chez les locuteurs de contrôle, les mesures manuelles correspondaient généralement aux mesures automatiques effectuées par le script Praat (*cf.* Chapitre IV). En revanche les mesures des locuteurs pathologiques ont quasiment toutes été corrigées. En effet, les voyelles suivant les occlusives étant souvent proches d'une voix « chuchoté », le signal est affecté par des bruits reconnus par le logiciel comme des formants. Il a par ailleurs été très délicat de repérer les formants « réels » sur ces signaux ; nous nous sommes efforcée d'ajuster les mesures de façon régulière.

Nous avons ensuite établi des graphiques, coordonnant les valeurs de F2-début en ordonnée, et F2-milieu en abscisse. L'équation du locus correspond alors à l'équation de la droite de régression passant au plus près de tous les points du graphique. Nous calculons également R^2 , qui correspond au coefficient de détermination, soit la variabilité ou le degré de fiabilité de l'équation, c'est à dire si les points sont proches, ou non, de la droite de régression.

VI.1.5. Analyses des données relatives à l'équation du locus

Notons tout d'abord que pour l'occlusive bilabiale sourde [p], les tendances sont les mêmes chez l'ensemble des locuteurs. En effet, chez les locuteurs de contrôle comme chez les locuteurs pathologiques, la valeur des pentes de la droite de régression (proche de 1) montre une très grande coarticulation des gestes. Les bons résultats des coefficients de détermination confirment ces résultats. Nous n'analyserons pas cette consonne plus en détail dans la mesure où nous nous focalisons sur les articulations intra buccales.

Cependant, il est important de signaler ce résultat, qui peut signifier que, lorsque la langue n'est pas mise à contribution dans l'articulation d'un son, le phénomène coarticulatoire se fait plus facilement, puisque la masse linguale peut se mettre en place de manière anticipatoire pour l'articulation de la voyelle suivante, et ce, pendant la réalisation même de la bilabiale précédente. Aussi, notons, qu'une fois encore, la fente labiale n'a aucune incidence sur l'articulation des sons.

Nous avons dans un premier temps effectué les analyses de variance (ANOVA) sur l'ensemble des données de nos locuteurs (*cf. infra.*). Puis, en raison du nombre peu élevé de locuteurs, nous avons décidé de présenter les résultats de chacun d'eux au niveau individuel.

Nous nous attacherons d'abord à comparer les valeurs pour chaque contexte consonantique au niveau individuel, puis nous formerons des groupes en fonction de l'âge et du type de fente des locuteurs afin de voir si certaines tendances ressortent.

Ainsi, nous présenterons dans un premier temps les résultats des locuteurs de contrôle, puis ceux des locuteurs pathologiques dans chaque contexte consonantique. Nous confrontons ensuite directement les différents résultats, afin d'observer les éventuelles différences de stratégies de coarticulation.

VI.2. Résultats expérimentaux relatifs à l'équation du locus

Les résultats présentés dans cette investigation reposent sur des mesures de :

- 4 occlusives 2 non voisées et 2 voisées ;
- ces occlusives placées dans 2 contextes vocalique [i-a] et [a-i] ;
- 5 répétitions de chaque occlusive ;
- chaque occlusive prononcée par 20 locuteurs (10 locuteurs sains et 10 locuteurs pathologiques).

Les analyses de variance (ANOVA à mesures répétées) ont été effectuées pour les deux variables (F2 début et F2 milieu), $p < 0,05$. Il s'agissait de déterminer s'il existait des effets principaux des facteurs suivants :

- (1) *Pathologie*
- (2) *Sonorité*
- (3) *Lieu d'articulation Consonantique*
- (4) *Contexte vocalique*

Deux autres variables, les valeurs de Pente des droites de régression et des Coefficients de détermination ont été soumises aux 3 premiers facteurs.

Pour la variable F2 début, 3 effets principaux se sont révélés statistiquement significatifs et pour la variable F2 milieu, 2 effets principaux se sont révélés statistiquement significatifs. Nous présentons les résultats statistiques pour ces deux variables ensemble.

Ainsi, pour les deux variables F2 début et F2 milieu, 3 effets principaux se sont révélés statistiquement significatifs : (1) *pathologie* $p = ns$

Ces résultats indiquent que les valeurs de F2 début et F2 milieu sont significativement plus importants chez les *locuteurs sains*.

- (2) *Sonorité* F2 début : $[F(1,18)=6,92 \ p < 0,016985]$;

Les valeurs de F2 début des voyelles sont significativement différentes, lors des transitions CV, en fonction du voisement de la consonne antérieure (F2 début est plus grand lorsque la voyelle est précédée d'une *consonne voisée*). Le voisement de la consonne n'engendre en revanche aucune tendance significative sur les valeurs de F2 milieu.

- (3) *Consonne* F2 début : $[F(3,54)=12,08 \ p < 0,000004]$; F2 milieu : $[F(3,54)=11,09 \ p < 0,000009]$. Nous voyons ici que les valeurs de F2 début et F2 milieu présentent des différences significatives en fonction de la *consonne* précédente. En effet, ces valeurs sont plus élevées pour les vélaires, et plus faibles pour la consonne [t].

Aussi, l'interaction des facteurs (1) et (3) révèle des différences significatives entre les locuteurs sains et pathologiques en fonction de la consonne. Ainsi, les locuteurs sains ont des valeurs de F2 début plus élevées que les locuteurs pathologiques pour les consonnes [g, k et t], et des valeurs plus basses pour la consonne [d].

- (4) *Voyelle* F2 début : $[F(1,18)=183,46 \ p < 0,0000]$; F2 milieu : $[F(1,18)=425,15 \ p < 0,0000]$.

Les variables F2 début et F2 milieu sont significativement différentes en fonction de la nature de la voyelle. Comme prévu, c'est le [i] qui présente les valeurs formantiques les plus élevées. La significativité de la variable F2 début, relative à la nature de la *voyelle*, souligne le taux de coarticulation élevé présent dans les productions de tous nos locuteurs.

L'interaction des facteurs (1) et (4) montre que les locuteurs sains ont des valeurs de F2 début [$F(1,18)=22,51, p<0,000162$] et de F2 milieu [$F(1,18)=10,51, p<0,004527$] plus basses lors de la production du [i], mais plus hautes lors de la production du [a], par rapport aux locuteurs pathologiques.

La variable Valeurs de Pentas des droites de régression n'a révélé aucune différence significative en ce qui concerne les différents facteurs étudiés ($p=ns$).

Pour la variable Coefficient de détermination (R^2), seul l'effet principal *pathologie* s'est montré statistiquement significatif : (1) *pathologie* ($df=1,1599, F=4,51, p<0,036797$).

Ce résultat relate des différences significatives au niveau du degré de variabilité, qui est étonnamment plus important chez les locuteurs sains par rapport aux locuteurs pathologiques. Notons toutefois que cette étude comprenait nos locuteurs les plus jeunes (âgés de 9 et 12 ans), qui affichent un fort degré de variabilité. Cette variabilité est très élevée pour les productions des deux catégories de locuteurs, sains et pathologiques, avec un taux supérieur chez les enfants sains âgés de 9 ans.

Nous sommes consciente que la présentation systématique des résultats de manière individuelle peut avoir, quelque fois, des allures rébarbatives. Nous n'avons pas pu pourtant faire l'économie d'une telle démarche, étant donné que les stratégies interindividuelles sont souvent variables. Nous avons ainsi favorisé la rigueur de l'exposé systématique quantitatif à une présentation globale et donc trop générale. Nous tâcherons d'atténuer les effets de cette présentation détaillée en proposant en fin de chaque section un résumé qui condense les grandes tendances des résultats obtenus.

VI.2.1. Locuteurs sains vs. pathologiques, 9 ans

Nous présentons ici les valeurs de 8 locuteurs sains et 8 locuteurs porteurs d'une fente palatine. Chaque groupe compte 6 garçons et 2 filles.

VI.2.1.1. Analyse intra-sujet des données de l'équation du locus

VI.2.1.1.1. Locuteurs sains

Le graphique ci-dessous (Figure 126) montre que ce locuteur, Alan, a un taux élevé de coarticulation (pente égale à 1.136) en contexte consonantique [t], par rapport aux autres contextes. Les trois autres droites de régressions ont effectivement des valeurs de pente plus faibles. Cela est surprenant dans la mesure où, selon la littérature, la coarticulation est en principe plus importante en contexte de consonnes vélaires.

Notons cependant les coefficients de détermination, plus faibles en contextes vélaire justement. Ces valeurs témoignent d'une variabilité relativement importante qui pourrait relater le manque de contrôle dans la production du geste vélaire, entraînant un déséquilibre au niveau de la coarticulation C-V.

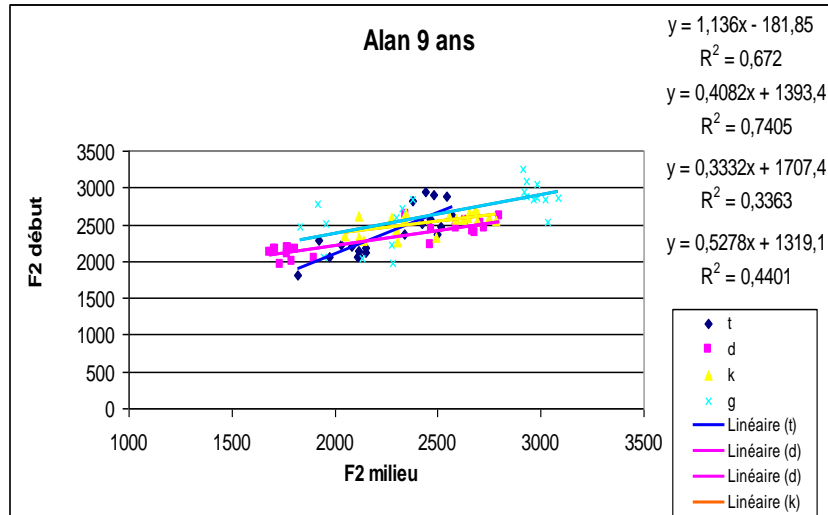


Figure 127 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Alan, locuteur de contrôle, contextes [a] et [i] confondus.

Les pentes, plutôt raides, visibles sur le graphique ci-dessous (Figure 128), illustrent le bon degré de coarticulation existant chez Lucas 2 dans ses productions C-V. De plus, les coefficients de détermination sont élevés, indiquant une faible variabilité parmi les valeurs, sauf en contexte [t]. Dans ce contexte précisément, il est possible de constater que les voyelles [i] et [a] sont réalisées avec des valeurs de F2 très proches, désignant une position de la langue plus antérieure lors de la production du [a] et surtout plus postérieure lors de la réalisation du [i], ce qui est surprenant dans ce contexte antérieur.

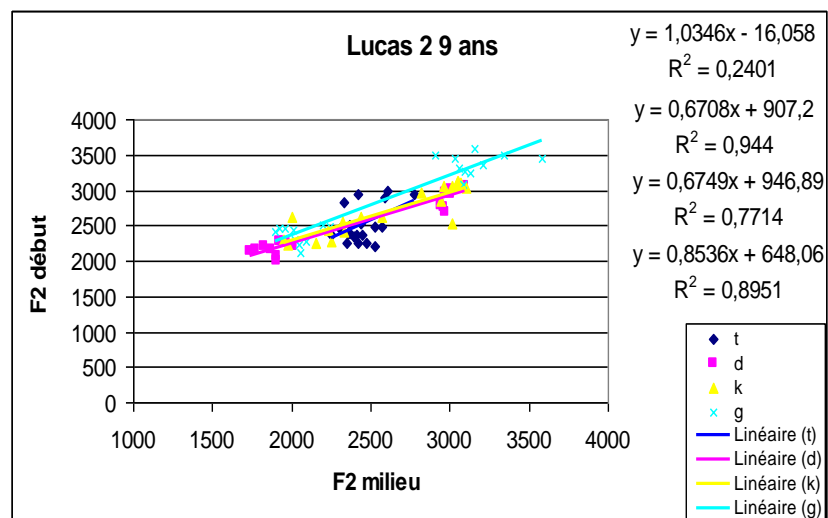


Figure 128 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Lucas 2, locuteur de contrôle, contextes [a] et [i] confondus.

Contrairement au locuteur précédent, Quentin 2 présente des pentes de régression relativement plates, indiquant un degré de coarticulation faible. Les coefficients de détermination, très faibles (excepté pour le [d], seul contexte dans lequel la pente a une valeur proche de la *norme*), révèlent en revanche que nous ne pouvons nous fier à ces valeurs de pente en raison de la grande variabilité.

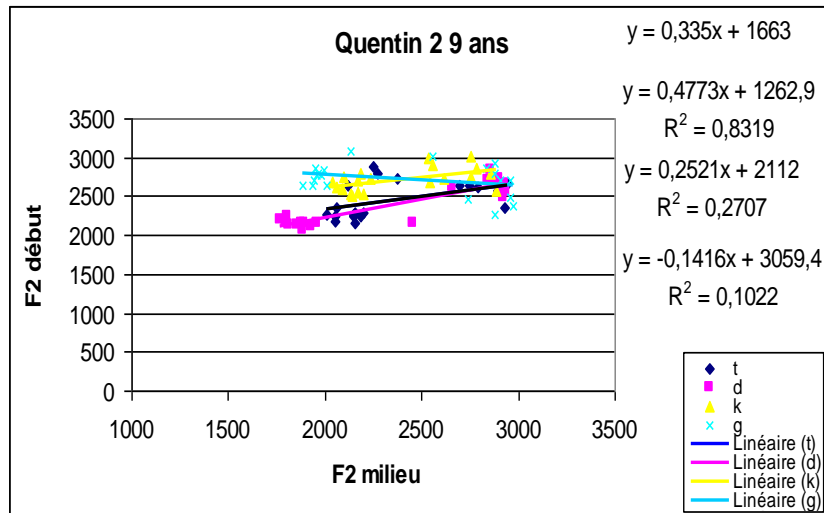


Figure 129 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Quentin 2, locuteur de contrôle, contextes [a] et [i] confondus.

La même remarque peut être faite pour les locuteurs Killian et Emile, à l'observation des deux graphiques ci-dessous. En effet, les pentes révèlent un faible taux de coarticulation en contexte vélaire.

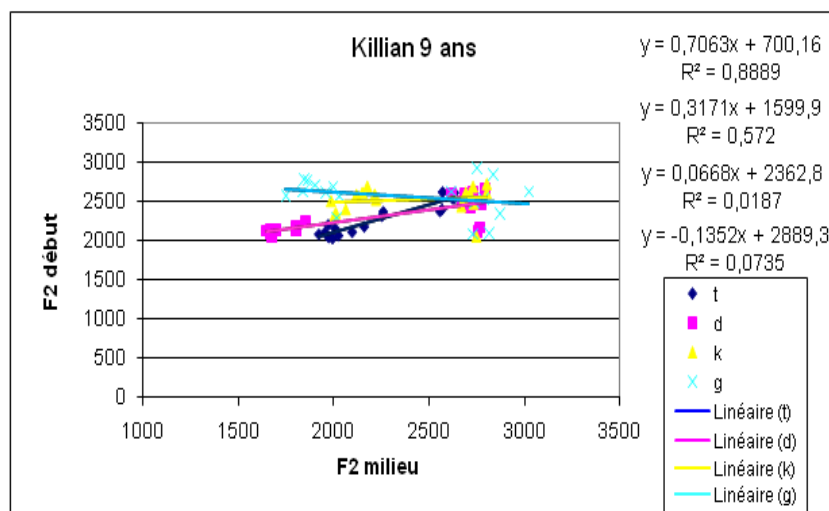


Figure 130 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Killian, locuteur de contrôle, contextes [a] et [i] confondus.

En contexte [t] et [d], en revanche, le degré de coarticulation est plus élevé, et le coefficient de détermination montre peu de variabilité des valeurs.

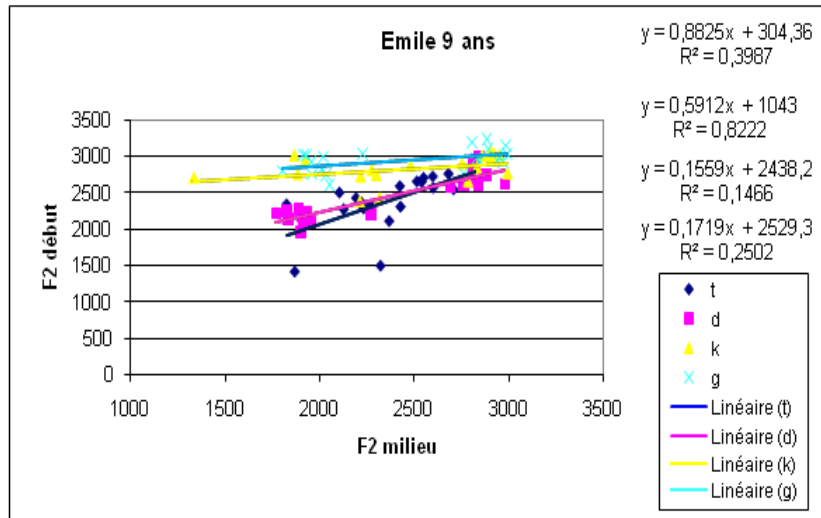


Figure 131 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Emile, locuteur de contrôle, contextes [a] et [i] confondus.

Robinson (Figure 132), contrairement aux trois locuteurs précédents, révèle un bon degré de coarticulation en contextes [k] et [t], avec des pentes de 0.79 et 0.97, et moyen en contexte [g] (0.58). De plus, les coefficients de détermination assez élevés sont révélateurs d'un faible degré de variabilité. Seule la consonne [d] se montre résistante à la coarticulation : celle-ci est proche de 0 dans ce contexte. Notons le coefficient de détermination, également nul pour cette consonne.

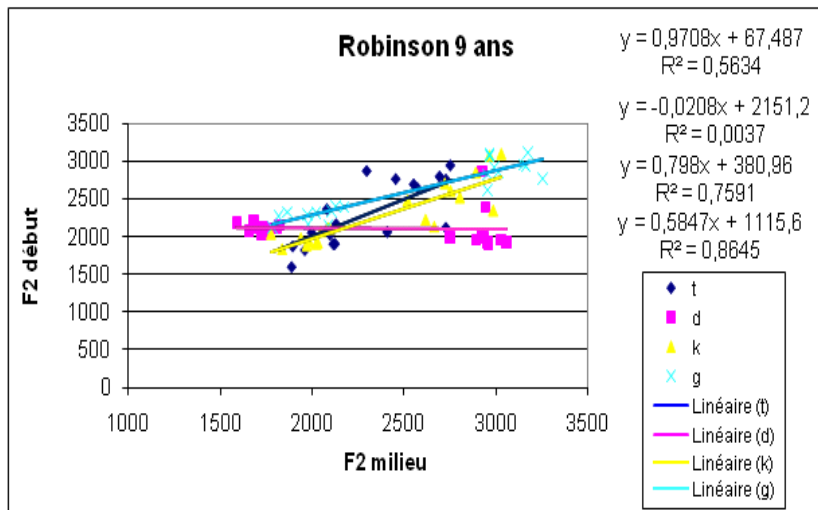


Figure 132 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Robinson, locuteur de contrôle, contextes [a] et [i] confondus.

Flavie semble montrer un taux de coarticulation plus élevé pour la séquence C-V en contexte de consonne non voisée (Figure 133). En effet, les valeurs de pentes sont plus élevées pour [t] et [k] (respectivement 0.69 et 0.48) que pour [d] et [g] pour lesquelles elles sont quasiment plates (respectivement 0.29 et 0.048). En revanche, les coefficients de détermination

sont faibles dans tous les contextes, sauf pour le [t]. Pour cette consonne, notons à nouveau la « neutralisation » de la position de la langue au niveau antéro-postérieur de la cavité buccale (comme le locuteur Lucas 2, *cf. supra*).

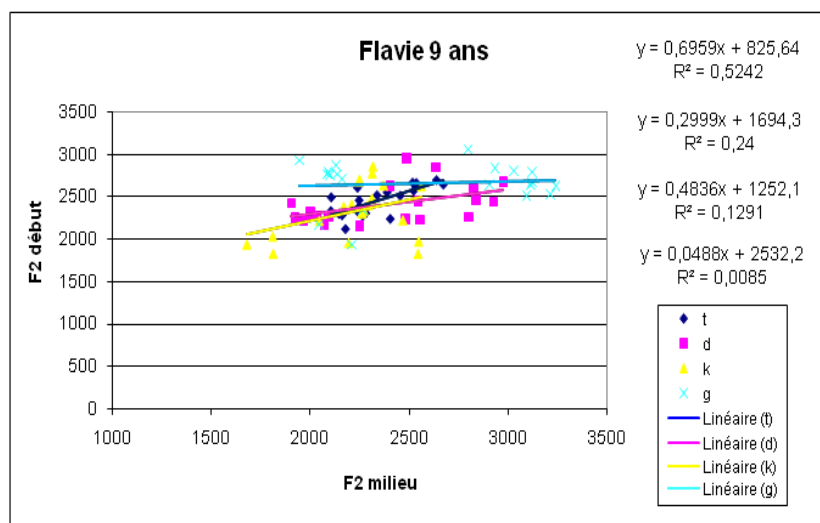


Figure 133 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Flavie, locuteur de contrôle, contextes [a] et [i] confondus.

Le même phénomène peut être observé chez la locutrice Lorna sur le graphique ci-dessous. Chez cette locutrice, cela est même le cas en contexte [k]. En effet, le [i] a des valeurs de F2 à peine plus élevées par rapport au [a] dans ces deux contextes, cela peut-être révélateur d'un effet de coarticulation (Figure 134).

Pourtant, cette locutrice semble, au regard des valeurs de pente, montrer un taux de coarticulation supérieur en contexte antérieur, comme les trois locuteurs vus *supra*. Le degré de variabilité est plus important en contexte vélaire.

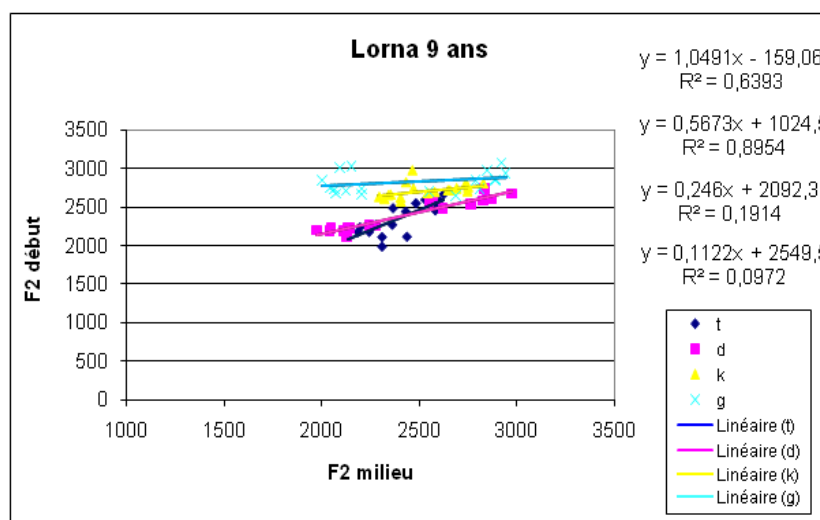


Figure 134 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Lorna, locuteur de contrôle, contextes [a] et [i] confondus.

Tableau 32 : Récapitulatif des valeurs de pente et des coefficients de corrélation chez les locuteurs sains en fonction des contextes consonantiques, voyelle [a] et [i] confondues.

locuteur		T	D	K	G
Alan	pente	1,136	0,4082	0,3332	0,5278
	R ²	0,672	0,7405	0,3363	0,4401
Lucas	pente	1,0346	0,6708	0,6749	0,8536
	R ²	0,2401	0,944	0,7714	0,8951
Quentin	pente	0,335	0,4773	0,2521	-0,1416
	R ²	0,2357	0,8319	0,2707	0,1022
Killian	pente	0,7063	0,3171	0,0668	-0,1352
	R ²	0,8889	0,572	0,0187	0,0735
Robinson	pente	0,9708	-0,0208	0,798	0,5847
	R ²	0,5634	0,0037	0,7591	0,8645
Emile	pente	0,8825	0,5912	0,1559	0,1719
	R ²	0,3987	0,8222	0,1466	0,2502
Flavie	pente	0,6959	0,2999	0,4836	0,0488
	R ²	0,5242	0,24	0,1291	0,0085
Lorna	pente	1,0491	0,5673	0,246	0,1122
	R ²	0,6393	0,8954	0,1914	0,0972

Pour résumer

(1) Les locuteurs sains montrent un bon degré de coarticulation lors de la production C-V lorsque C est une consonne antérieure. En revanche, alors que c'est *normalement* en contexte vélaire que la coarticulation C-V est la plus importante, nous avons constaté des pentes plates en contexte [g] et [k] chez plusieurs locuteurs.

Plusieurs hypothèses sont possibles pour expliquer ce phénomène :

1. Il se peut que les enfants aient hyperarticulé les sons, rendant résistantes les consonnes normalement adaptables au contexte vocalique (soit les vélaire).
2. Les coefficients de détermination (R²) étant particulièrement faibles dans le contexte consonantique vélaire chez ces enfants, il est possible que l'absence de coarticulation soit liée au contrôle du geste articulatoire vélaire, qui peut être encore fragile chez ces enfants par rapport à la population plus âgée de 16 à 18 ans. Certains locuteurs effectuent en revanche les réalisations attendues dans ce contexte.

(2) Les coefficients de détermination restent faibles le plus souvent, indiquant une variabilité importante chez ces enfants à cet âge. Il est possible donc d'avancer que le contrôle des gestes de production de la parole n'est pas aussi bien maîtrisé à l'âge de 9 ans que chez les enfants de 16 à 18 ans.

(3) Certains locuteurs ont tendance à avoir des valeurs semblables ou proches pour le F2 milieu des voyelles [a] et [i]. Cela peut révéler une influence consonantique sur les caractéristiques formantiques des voyelles.

VI.2.1.1.2. Locuteurs pathologiques

Excepté en contexte [k], Grégoire (*cf.* Figure 135) a des pentes dont la valeur est plutôt élevée, révélant un degré de coarticulation assez important.

Notons le degré de variabilité, plus important en contexte vélaire : cela peut être lié à la fente. En effet, ce locuteur peut avoir plus de difficultés à contrôler ses gestes dans la zone opérée, et donc montrer davantage de variabilité dans ces productions.

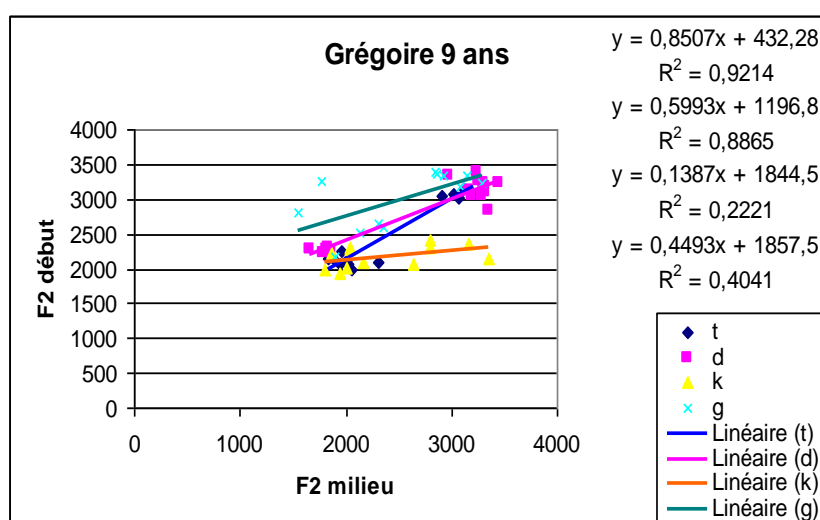


Figure 135 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Grégoire, locuteur pathologique de type 1, contextes [a] et [i] confondus.

Frédéric (Figure 136) montre des valeurs de pente faibles, voire nulle en contexte [t] et [g]. En revanche, la coarticulation C-V est présente en contexte [d] et [k]. En dehors du contexte [t], les coefficients de détermination sont assez proches de 1, révélant un degré de variabilité réduit. Les résultats de ce locuteur ne permettent pas de proposer des hypothèses quant à la stratégie articulatoire employée ; il est probable que les productions aient été réalisées sans « modèle » particulier, c'est-à-dire que le locuteur ne reproduirait pas forcément systématiquement le même geste pour produire un même son. Ce locuteur présente une fente palatine postérieure, donc seul le velum est atteint. Nous sommes amenés à nous poser la question, à savoir, en quoi aurait-il davantage de difficultés pour la production du [g] par rapport au [k] ? Et si le problème pour la réalisation du [t] est qu'il utilise sa langue déjà comme assistance de fermeture du port-vélopharyngal, pourquoi ne serait-ce pas le cas pour le [d] ? Il serait intéressant de procéder à un test de perception dans ce cas, afin de déceler si un des sons est perçu avec plus de nasalité qu'un autre.

Il en va de même pour la réalisation du [g] : si le locuteur a une stratégie pour cette production en dépit de sa fente, pourquoi n'utiliserait-il pas de la même stratégie pour l'articulation du [k] ?

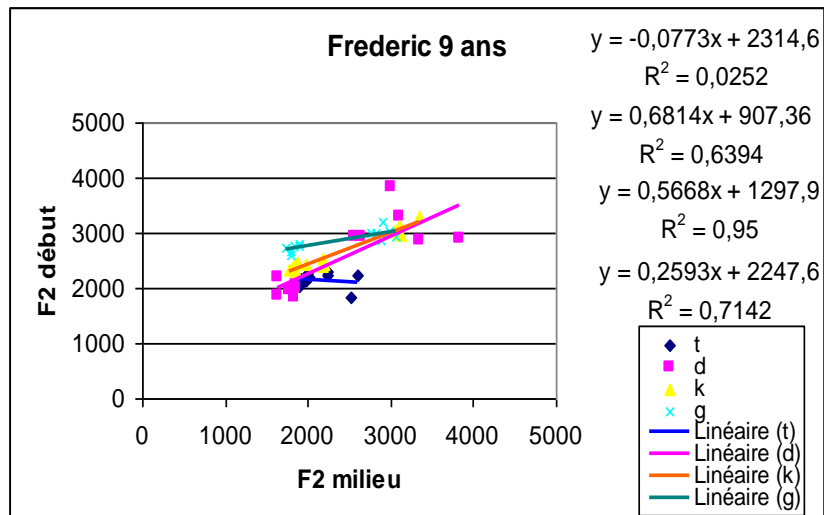


Figure 136 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Frédéric, locuteur pathologique de type 1, contextes [a] et [i] confondus.

Nous posons les mêmes questions pour Julie (Figure 137) que pour le locuteur précédent par rapport au contexte [t].

En revanche, cette locutrice présente une très bonne coarticulation C-V en contexte [k], et relativement bonne en contexte [d] et [g]. Aussi, notons que les coefficients de détermination sont élevés, témoignant de la variabilité peu élevée des résultats.

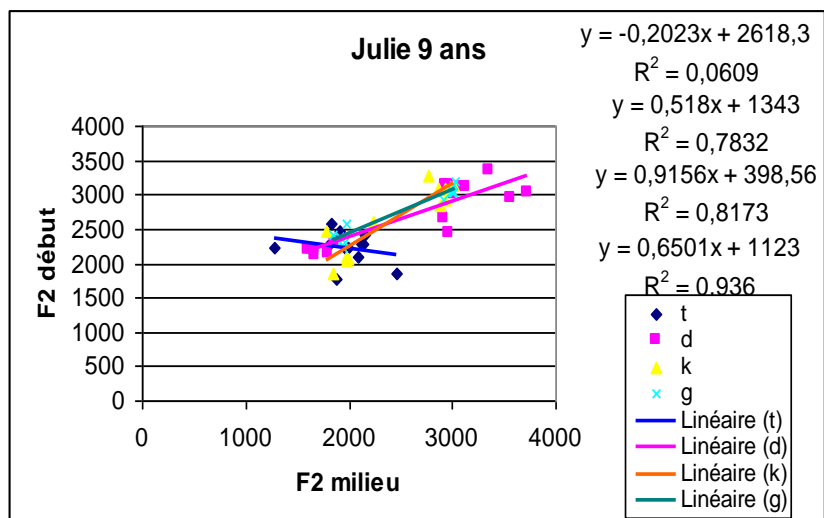


Figure 137 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Julie, locuteur pathologique de type 1, contextes [a] et [i] confondus.

Safia, porteuse d'une fente palatine postérieure comme les trois précédents, montre des stratégies bien différentes, encore, de celles observées chez les trois autres.

En effet, nous constatons que ce sujet présente de bons degrés de coarticulation surtout pour les occlusives voisées [d] et [g], avec des pentes respectives de 0.73 et 0.79. Aussi, les coefficients de détermination, compris entre 0.59 et 0.69, témoignent d'une variabilité peu élevée (Figure 138).

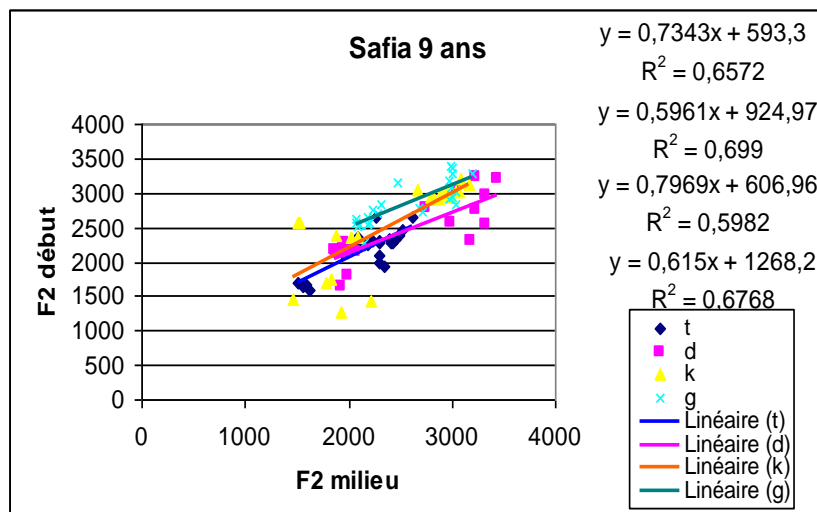


Figure 138 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Safia, locuteur pathologique de type 1, contextes [a] et [i] confondus.

Elliott (Figure 139) présente des résultats conformes au modèle attendu dans la mesure où le degré de coarticulation est élevé pour les occlusives vélares [k] et [g], tandis que les occlusives antérieures présentent davantage de résistance coarticulatoire.

De plus, en dehors du contexte [t] où le coefficient de détermination est particulièrement faible, celui-ci témoigne d'un degré moindre de variabilité dans les autres contextes consonantiques.

Ainsi aucune stratégie particulière relative à la fente labio-palatine bilatérale totale n'est notable chez ce locuteur, par rapport à la coarticulation de la séquence C-V.

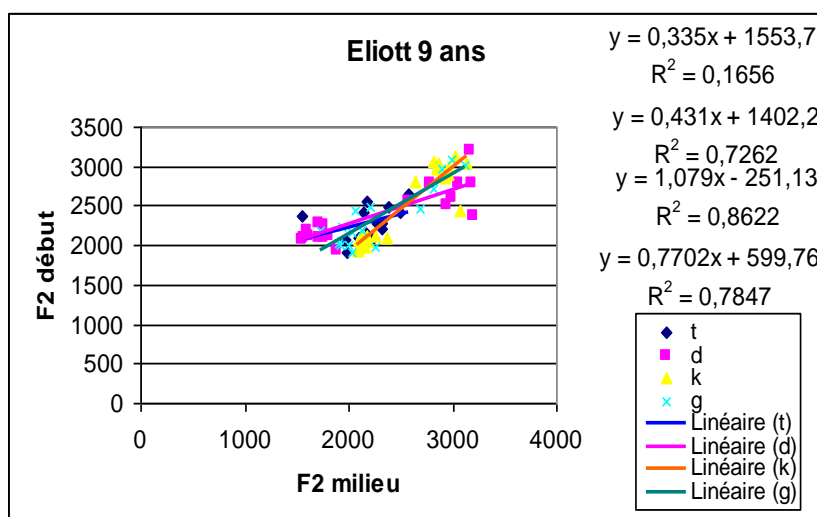


Figure 139 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Elliott, locuteur pathologique de type 3, contextes [a] et [i] confondus.

Chez Lucas, les pentes des droites de régression d'équation du locus sont particulièrement élevées, excepté pour le [d]. Ces résultats rejoignent ceux du locuteur précédent (sauf pour le [d]), au niveau du faible degré de variabilité également.

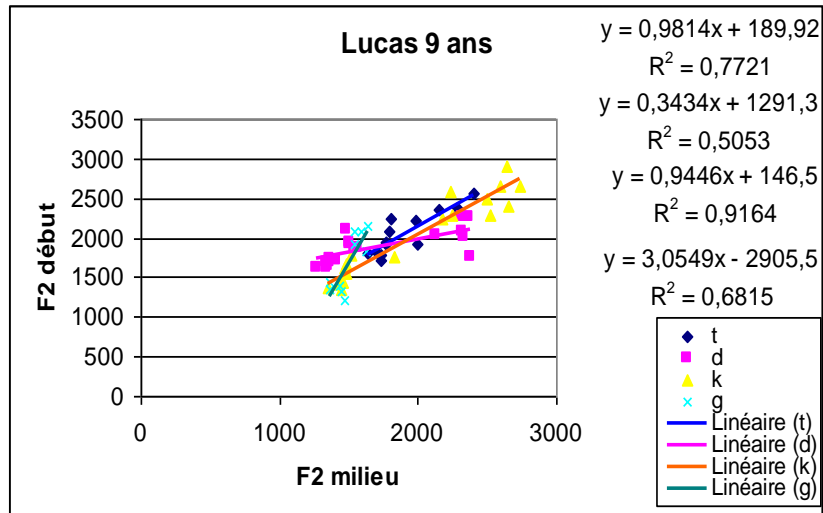


Figure 140 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Lucas, locuteur pathologique de type 3, contextes [a] et [i] confondus.

La pente de régression du [g] est particulièrement plate pour Berfin (Figure 141), révélant l'absence de coarticulation C-V dans ce contexte consonantique. En revanche, le graphique ci-dessous montre un bon degré de coarticulation C-V en contexte [d] et [k]. La variabilité est relativement faible dans ces deux contextes mais plutôt élevée en contexte consonantique [t] et [g].

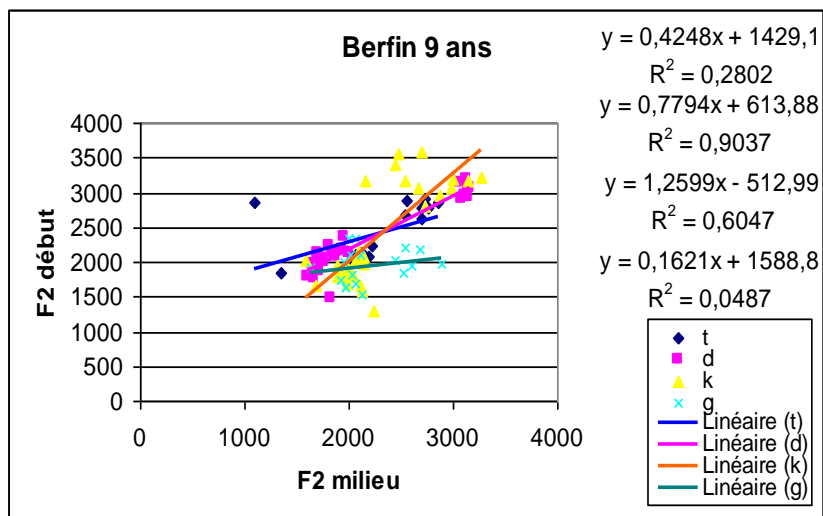


Figure 141 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Berfin, locuteur pathologique de type 3, contextes [a] et [i] confondus.

Les trois locuteurs Eliott, Lucas et Berfin montrent des valeurs de F2 milieu moins éloignées pour le [a] et le [i] en contextes [g], et [t] pour les deux premiers par rapport aux autres contextes. Cela peut révéler une gêne éventuelle de la part du locuteur à mouvoir la langue à l'intérieur de la cavité buccale lorsque la voyelle a un lieu d'articulation éloigné de la consonne précédente. Cette observation ne concerne que certains sons qui, de plus, ont des lieux d'articulations éloignés : le [t] et le [g]. Aucune tendance ne peut donc être proposée à partir de cela.

La coarticulation semble élevée chez Tiago (Figure 140), avec des pentes de droites de régression comprises entre 0.61 et 0.86. Aussi les coefficients de détermination sont particulièrement élevés pour un enfant de 9 ans ; cela indique en effet le faible degré de variabilité dans ses productions.

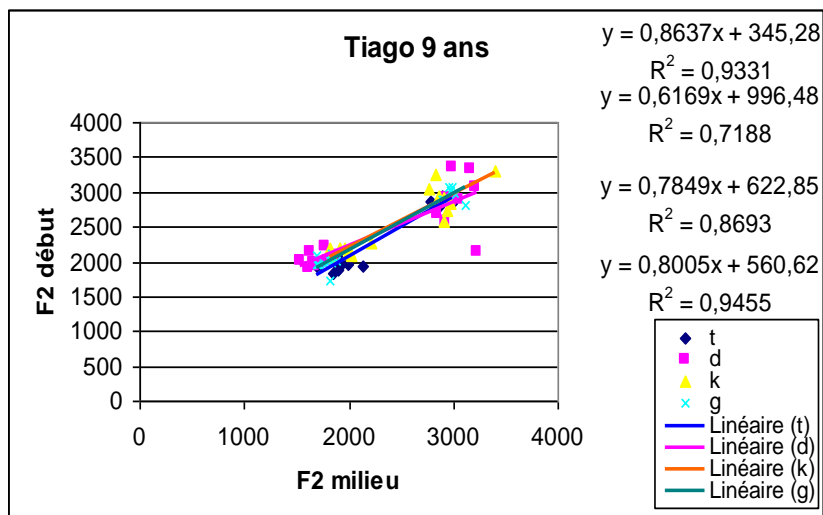


Figure 142 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Tiago, locuteur pathologique de type 3, contextes [a] et [i] confondus.

Le fort taux de coarticulation chez les locuteurs porteurs d'une fente labio-palatine de type 4, qui ont donc des cicatrices tout au long de la cavité buccale, et sur les deux côtés, aurait pour conséquence une faible résistance à la coarticulation. En effet, nous pensons que ces locuteurs ont des difficultés à produire les occlusives et se focalisent donc sur les voyelles. Aussi, les productions consonantiques étant plus fragiles, elles sont de fait moins résistantes au contexte vocalique.

Tableau 33 : Récapitulatif des valeurs de pente et des coefficients de corrélation chez les locuteurs sains en fonction des contextes consonantiques, voyelle [a] et [i] confondus.

locuteur		T	D	K	G
Grégoire	pente	0,8507	0,5993	0,1387	0,4493
	R ²	0,9214	0,8865	0,2221	0,4041
Julie	pente	-0,2023	0,518	0,9356	0,6501
	R ²	0,0609	0,7832	0,8173	0,936
Fredéric	pente	-0,0773	0,6814	0,5668	0,2593
	R ²	0,0252	0,6394	0,95	0,7142
Safia	pente	0,7343	0,5961	0,7969	0,615
	R ²	0,6572	0,699	0,5982	0,6768
Eliott	pente	0,335	0,431	1,079	0,7702
	R ²	0,1656	0,7262	0,8622	0,7847
Lucas	pente	0,9814	0,3434	0,9446	3,0549
	R ²	0,7721	0,5053	0,9164	0,6815
Berfin	pente	0,4248	0,7794	1,2599	0,1621
	R ²	0,2802	0,9037	0,6047	0,0487
Tiago	pente	0,8637	0,6169	0,7849	0,8002
	R ²	0,9331	0,7188	0,8693	0,9455

Pour résumer

(1) Dans l'ensemble, nous constatons que les locuteurs pathologiques, d'après les pentes de régression des droites d'équation du locus, auraient davantage tendance à la coarticulation dans les séquences C-V, par rapport aux locuteurs sains. Nous pensons que cela peut être lié à la fragilité des réalisations consonantiques. En effet, nous savons que ces locuteurs porteurs de fente ont des difficultés à produire les occlusives. Lors de leurs productions C-V, ce sont les caractéristiques vocaliques qui s'imposent par rapport à celles des consonnes et toutes les consonnes auront, de fait, un degré important d'adaptabilité à la voyelle suivante.

(2) Les locuteurs porteurs d'une fente de type 1 (fente palatine postérieure) montrent chacun des stratégies différentes. Cela permet de mettre en avant le caractère individuel de la production de la parole, et particulièrement chez les locuteurs pathologiques. En effet, outre le fait qu'ils aient tous les quatre le même type de fente, chacun adopte une manœuvre articuloire qui lui est propre et qui lui convient.

(3) Les locuteurs porteurs d'une fente labio-palatine bilatérale totale (de type 4) montrent également des stratégies individuelles distinctes, mais il apparaît que tous font preuve d'une coarticulation C-V relativement importante, et ce dans la majorité des contextes consonantiques (ces contextes changent en fonction des locuteurs, sauf le [k] qui est toujours fortement adaptable au contexte vocalique). Rappelons que nous attribuons ce fait au caractère fragile des consonnes, dont la production s'avère difficile pour ces locuteurs.

Nous avons analysé les résultats au cas par cas, voyons à présent s'il est possible d'observer des tendances générales en corrélant ces mêmes résultats par groupes.

VI.2.1.2. En fonction des contextes consonantique

Les résultats sont d'abord regroupés, puis nous avons catégorisé les valeurs en fonction du contexte vocalique et du type de fente des locuteurs.

VI.2.1.2.1. Contexte [t]

Observons dans un premier temps le degré de coarticulation pouvant exister entre l'occlusive [t] et la voyelle suivante.

Ce premier graphique (Figure 143) regroupe toutes les valeurs de F2 début / F2 milieu des locuteurs de contrôle âgés de 9 ans. La pente de la droite de régression correspondante à ces valeurs révèle un degré de coarticulation assez important (0.78).

Notons le coefficient de détermination, plutôt moyen, qui traduit un degré de variabilité relativement élevé (0.45).

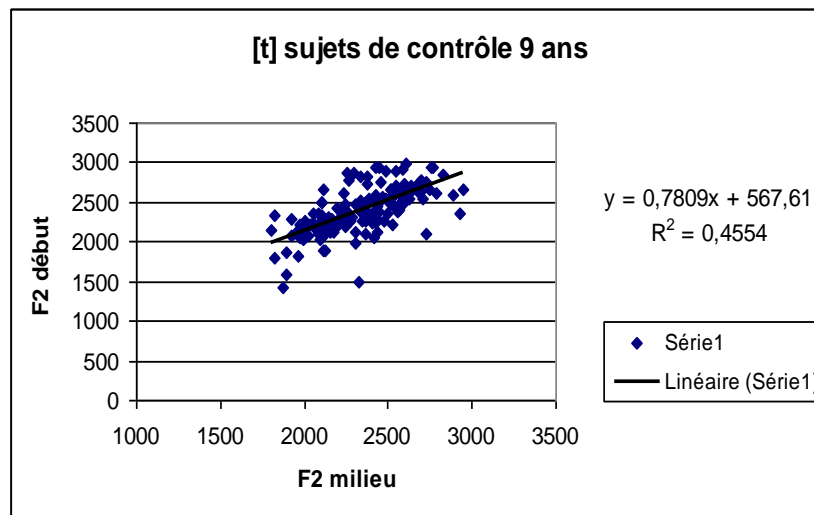


Figure 143 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début de tous les locuteurs de contrôle, contextes [a] et [i] confondus.

Afin d'affiner les analyses, nous présentons les valeurs en fonction des contextes vocaliques dans le graphique ci-dessous.

Lorsque nous séparons les deux contextes vocaliques, il devient possible de constater que la coarticulation est bien plus forte en contexte [a]. En effet, la valeur de pente de régression est de 0.61, contre 0.20 pour le contexte [i] (Figure 144).

La très faible valeur de R^2 est à souligner également ; avec des valeurs de 0.03 et 0.22, nous pouvons observer le degré de variabilité très élevé.

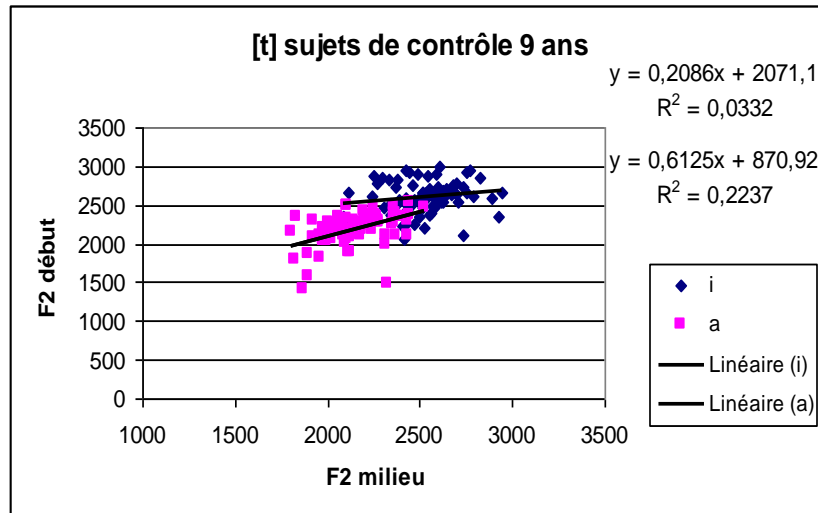


Figure 144 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début de tous les locuteurs de contrôle, contextes [a] et [i] distincts.

La dispersion importante des valeurs permet de distinguer les résultats des locuteurs pathologiques ($R^2 = 0.18$) et des locuteurs de contrôle, pour lesquels la valeur de R^2 était plus élevée (0.45). Les valeurs de pente des droites de régression permettent cette même distinction. En effet, ces valeurs révèlent un degré de coarticulation plus important chez les locuteurs sains, avec une valeur de 0.78, *vs.* 0.30 chez les locuteurs pathologiques.

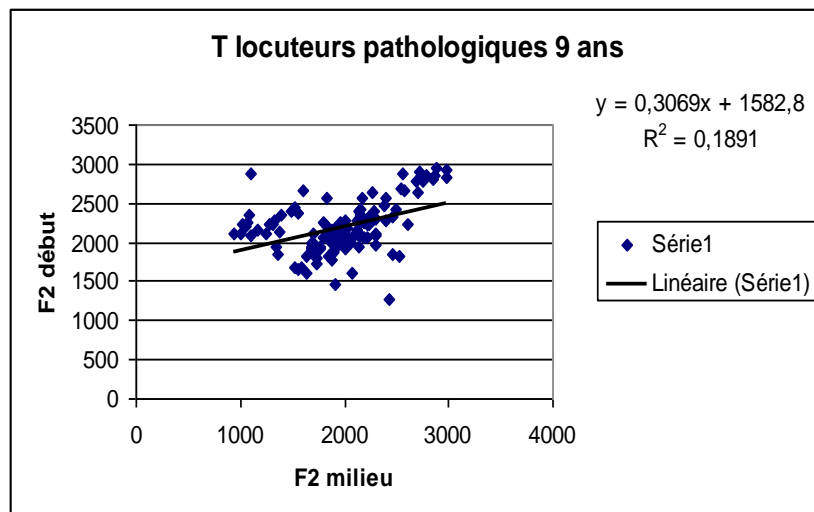


Figure 145 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début de tous les locuteurs pathologiques, contextes [a] et [i] confondus.

Comme pour les locuteurs sains, observons ces valeurs en fonction des contextes vocaliques :

La pente de la droite de régression correspondant aux valeurs de F2 début et F2 milieu dans la séquence [ita] est quasiment plate, avec une valeur de 0.0159. Cela traduit un faible taux

de coarticulation entre l'occlusive et la voyelle de grande ouverture chez ces locuteurs. La pente de la droite de régression en contexte [i], égale à 0.4331, traduit une coarticulation moyenne.

Rappelons qu'il s'agit d'une consonne plutôt résistante à la coarticulation, donc cette valeur est assez élevée dans ce contexte.

En revanche le degré de variabilité est très élevé dans les deux contextes vocaliques [i] et [a]. Les valeurs de R^2 , respectivement de 0.25 et 0.0014 en contexte [i] et [a], en rendent compte.

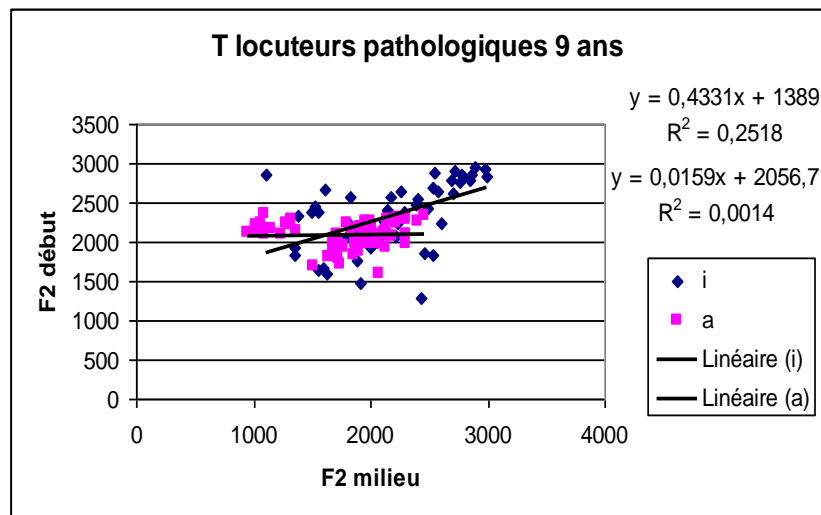


Figure 146 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début de tous les locuteurs pathologiques, contextes [a] et [i] distincts.

Le tableau ci-dessous donne les valeurs de pente de la droite de régression ainsi que des coefficients de détermination de chacun des locuteurs de contrôle. Ces valeurs permettent de voir qu'au niveau individuel, c'est en contexte vocalique [i] que la coarticulation est la plus forte, ce qui semble *normal* dans la mesure où le lieu d'articulation de cette voyelle est très proche du lieu d'articulation de l'occlusive [t] (Tableau34).

Les graphiques correspondants sont placés en annexe (Annexe 6) pour ne pas trop alourdir la lecture de ce chapitre.

Tableau 34 : Valeurs de pentes et coefficients de détermination pour chacun des locuteurs et pour chaque contexte.

locuteur		[ati]	[ita]
Berfin	pente	0,2514	0,0616
	R ²	0,2474	0,0206
Eliott	pente	0,1701	0,7357
	R ²	0,3636	0,7214
Lucas	pente	0,6877	0,7368
	R ²	0,5619	0,1889
Tiago	pente	0,1681	-0,0365
	R ²	0,0664	0,0066
Grégoire	pente	0,1238	-0,2119
	R ²	0,0587	0,1398
Frederic	pente	-0,1054	1,0183
	R ²	0,0388	0,04287
Julie	pente	-0,5911	-0,0376
	R ²	0,1711	0,0283
Safia	pente	0,8646	0,4865
	R ²	0,7764	0,4445

Locuteur		[ati]	[ita]
Alan	pente	0,383	0,5217
	R ²	0,0156	0,1801
Lucas 2	pente	0,8185	0,5039
	R ²	0,1239	0,1859
Quentin 2	pente	-0,2972	-0,0455
	R ²	0,4559	0,0031
Emile	pente	0,6837	0,306
	R ²	0,684	0,0249
Killian	pente	0,5804	0,2844
	R ²	0,5686	0,0553
Robinson	pente	0,3313	0,3913
	R ²	0,0553	0,0685
Lorna	pente	0,512	-0,2213
	R ²	0,3629	0,0537
Flavie	pente	0,4411	-0,0743
	R ²	0,201	0,0023

Ces valeurs montrent l'intérêt des analyses individuelles ; lorsque les valeurs sont groupées, c'est le contexte vocalique [a] qui montrait davantage de coarticulation.

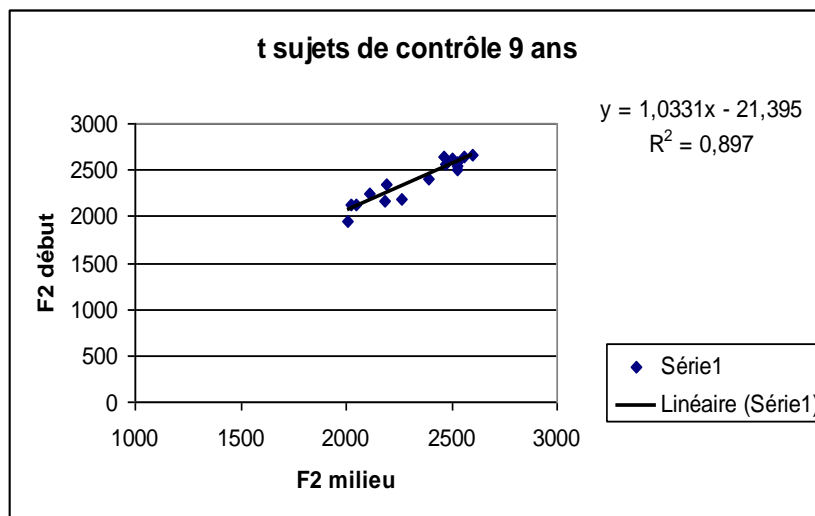


Figure 147 : Moyennes des valeurs de F2 milieu et F2 début de tous les locuteurs de contrôles.

Observons à présent les valeurs des locuteurs pathologiques en fonction du type de fente :

Les deux graphiques, ci-dessous montrent des droites de régression quasiment plates, indiquant un faible taux de coarticulation entre la consonne et la voyelle suivante, quelle que soit la nature de la voyelle (ici [a] ou [i]). En revanche, le degré de variabilité est tel (< 0.01) qu'il ne permet aucunement d'émettre quelque tendance que ce soit. En effet, dans cette catégorie de

locuteurs, seul Safia montre des degrés importants de coarticulation, avec peu de variabilité (cf. tableau 34 *supra*).

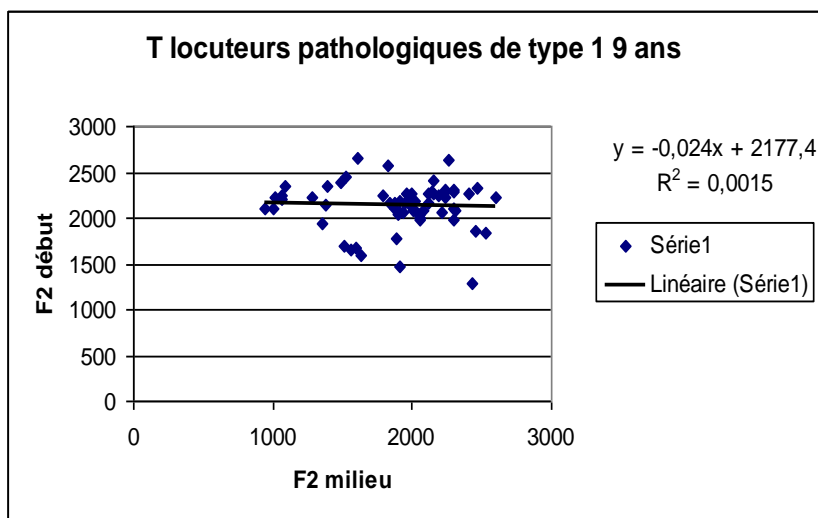


Figure 148 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques de type 1, contextes [a] et [i] confondus.

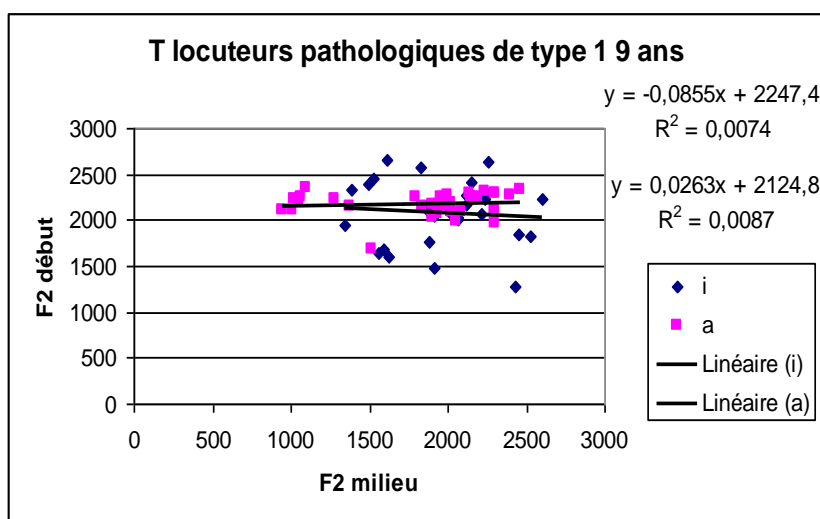


Figure 149 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques de type 1, contextes [a] et [i] distincts.

Le graphique ci-dessous (Figure 150) laisse voir un bon degré de coarticulation entre la consonne et la voyelle suivante chez les locuteurs pathologiques de type 4.

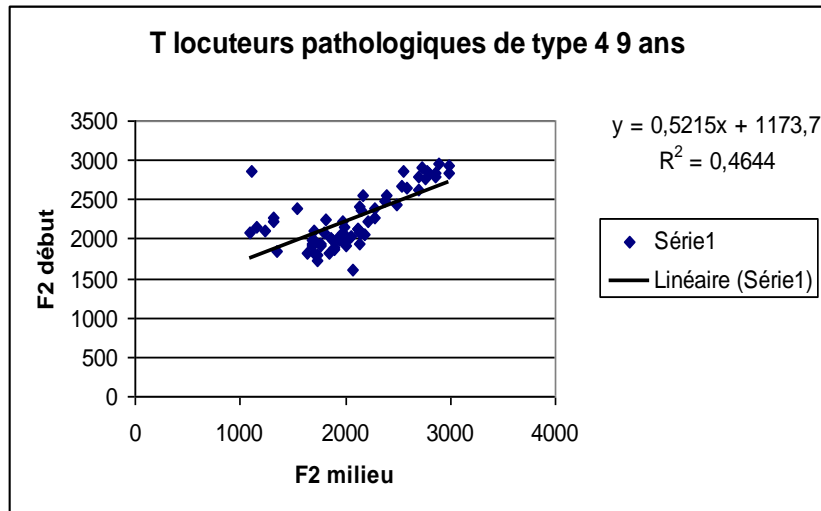


Figure 150 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques de type 4, contextes [a] et [i] confondus.

La Figure 151, qui distingue les résultats en fonction du contexte vocalique, montre une certaine adaptabilité de la consonne à la voyelle [i] (avec une pente de 0.41) et une variabilité relativement basse ($R^2=0.46$). En revanche, ce graphique révèle un faible taux de coarticulation avec la voyelle [a] ; la variabilité est par ailleurs très importante dans ce contexte vocalique.

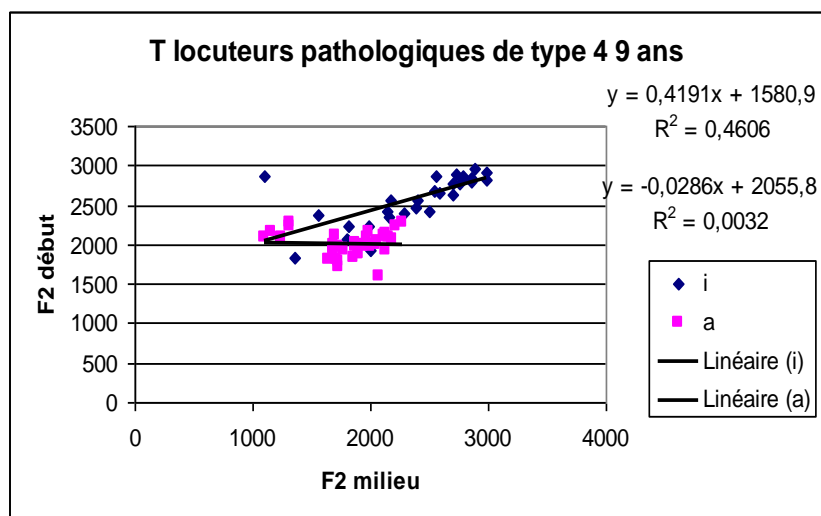


Figure 151 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques de type 4, contextes [a] et [i] distincts.

Ces graphiques (150 et 152) révèlent une meilleure coarticulation chez les locuteurs pathologiques de type 4. Cela paraît étonnant dans la mesure où les locuteurs porteurs d'une fente de type 1 n'ont qu'une fente postérieure ; or cette zone n'est pas spécifiquement mise à contribution pour la production du segment étudié. De plus, les locuteurs pathologiques de type 4, donc porteur d'une fente palatine bilatérale totale, ont également subi une opération au niveau vélaire.

Nous pouvons penser que les locuteurs porteurs d'une fente postérieure déploient plus d'effort pour fermer le port-vélopharyngal afin de créer la pression nécessaire à la production de l'occlusive. De ce fait, ils effectuent un mouvement de la langue vers l'arrière, qui déplace le lieu d'articulation du [t] vers l'arrière et compliquerait ainsi la coarticulation avec la voyelle suivante, s'il s'agit du [i]. Une autre hypothèse serait que les locuteurs ayant une fente palatine totale se focaliseraient davantage sur ce lieu d'articulation du [t] puisque la fente, chez eux, est présente tout au long du palais. Quelques fois, ils sont donc obligés de fermer un éventuel trou résiduel pour éviter les fuites nasales.

Tableau 35 : Tableau récapitulatif des valeurs de pente et des coefficients de détermination pour chaque groupe de locuteurs.

Contexte	Toutes voyelles confondues		Contexte [i]		Contexte [a]	
	pente	R ²	pente	R ²	pente	R ²
Locuteurs de contrôle	0.7809	0.4554	0.2086	0.0332	0.6125	0.2237
Locuteurs pathologiques	0.3069	0.1891	0.4331	0.2518	0.0159	0.0014
Locuteurs pathologiques de type 1			-0.0855	0.0074	0.0263	0.0087
Locuteurs pathologiques de type 4			0.4191	0.4606	-0.0286	0.0032

Pour résumer

De cette première analyse, il faut retenir que :

(1) La variabilité est plus importante chez les locuteurs pathologiques, par rapport aux locuteurs de contrôle.

(2) Les locuteurs de contrôle montrent, de façon générale et individuelle, davantage de coarticulation dans la production des séquences que les locuteurs pathologiques. Cela va dans le sens de l'une de nos hypothèses de départ.

(3) Toutes valeurs confondues, les locuteurs de contrôle montrent davantage de coarticulation en contexte vocalique [a] (avec une pente de la droite de régression à 0.61) qu'en contexte [i]. En revanche, au niveau individuel, nous nous rendons compte que les locuteurs (sains et pathologiques) montrent un degré de coarticulation plus élevé en contexte [i]. Cela rejoint alors des valeurs attendues dans la mesure où les deux sons ont des lieux d'articulation proches.

(4) En contexte vocalique [i], les valeurs des locuteurs pathologiques montrent une plus grande variabilité tant au niveau individuel que lorsque toutes les valeurs de tous les locuteurs sont prises en compte, par rapport aux locuteurs sains.

(5) La consonne révèle une résistance plus élevée chez les locuteurs porteurs d'une fente de type 1 (fente palatine postérieure) lors de la production des séquences, par rapport aux locuteurs pathologiques de type 4 (fente labio-palatine bilatérale totale) surtout en contexte [i]. En contexte [a], la consonne montre une résistance élevée chez les deux types de locuteurs pathologiques.

VI.2.1.2.2. Contexte [k]

Observons à présent le degré de coarticulation entre la consonne [k] et la voyelle suivante. Comme précédemment, nous analyserons dans un premier temps l'ensemble des valeurs tous contextes confondus, puis nous affinerons l'analyse en fonction des contextes vocaliques.

Le graphique ci-dessous (Figure 152) montre un degré de coarticulation relativement fort. En effet, une pente de 0.54 est un résultat assez élevé, même s'il reste faible pour cette consonne. Le coefficient de détermination est assez élevé, témoignant d'un faible degré de variabilité (rappelons qu'il s'agit de productions d'enfants).

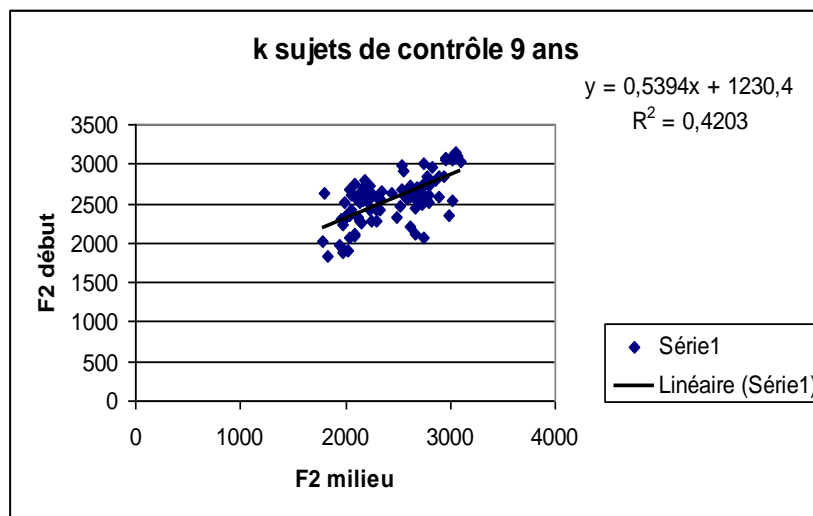


Figure 152 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle, contextes [a] et [i] confondus.

Le graphique ci-dessous (Figure 153) offre davantage de précision dans la mesure où les résultats sont donnés en fonction du contexte vocalique.

Les valeurs des pentes des droites de régression révèlent ici un fort degré de coarticulation entre la consonne et chacune des voyelles [i] et [a]. En effet, avec des pentes de 0.63 et 0.67 respectivement en contexte [i] et [a], la consonne montre une adaptation relative aux contextes vocaliques.

Notons en revanche que les coefficients de détermination sont assez faibles, ce qui révèle un degré de variabilité relativement élevé.

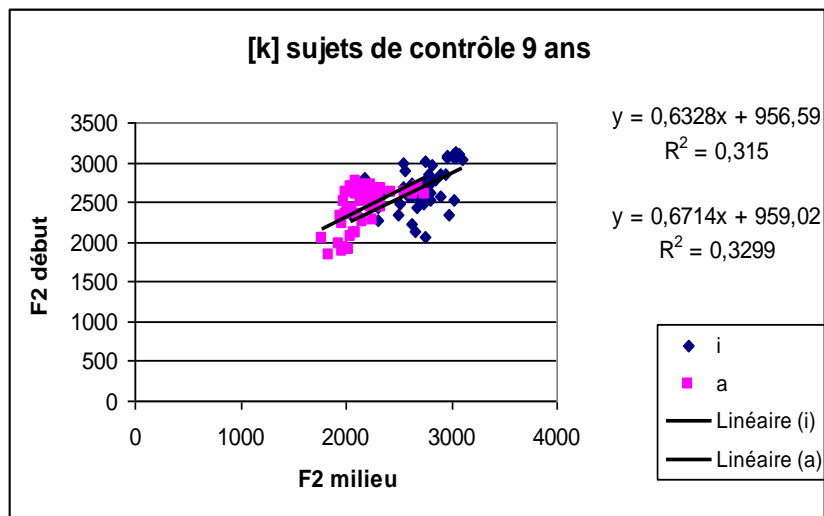


Figure 153 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle, contextes [a] et [i] distincts.

Sur le graphique ci-dessous (Figure 154), croisant les données de tous les locuteurs pathologiques tous contextes confondus, nous pouvons voir le fort degré de coarticulation existant entre la consonne et les voyelles. Notons également le faible degré de variabilité (avec un coefficient de détermination $R^2=0.61$).

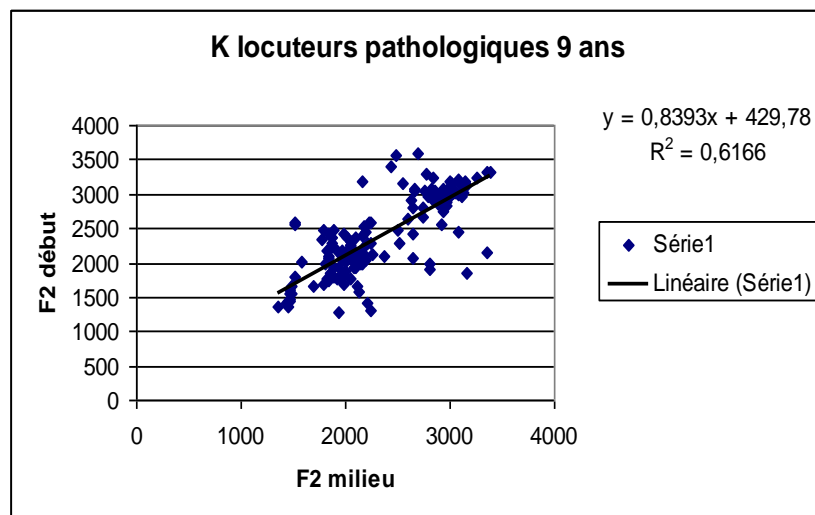


Figure 154 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début de tous les locuteurs pathologiques, contextes [a] et [i] confondus.

En revanche, si nous observons les données en fonction du contexte vocalique (*cf.* Figure 153, ci-dessous), les valeurs de pente changent. En effet, même si les valeurs de pente des droites de régression restent suffisamment élevées pour montrer une certaine coarticulation (surtout avec le [a]), la consonne semble plus résistante en contexte [i].

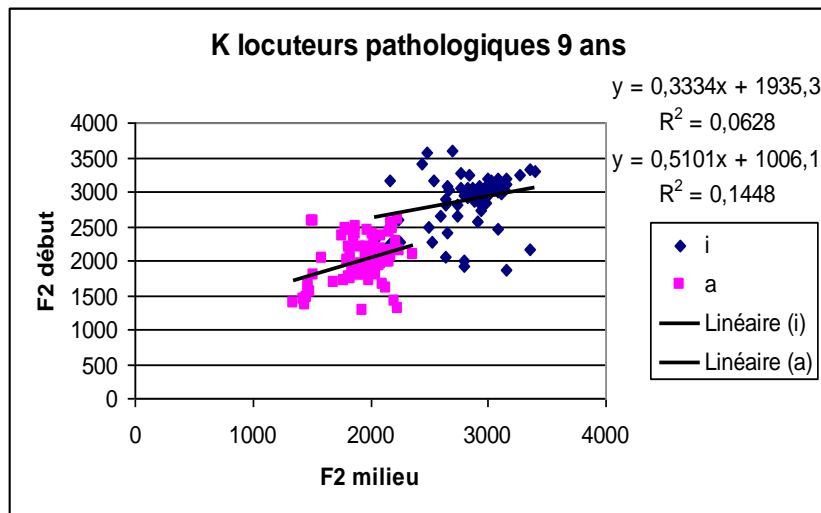


Figure 155 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début de tous les locuteurs pathologiques, contextes [a] et [i] distincts.

Le tableau ci-dessous (Tableau 36), qui présente les valeurs de chaque locuteur au niveau individuel, ne permet pas de porter de conclusion relative à la coarticulation C-V dans ce cas. En effet, que ce soit chez les locuteurs pathologiques ou chez les locuteurs de contrôle, aucun contexte vocalique ne domine par rapport à un autre, la consonne montre autant de résistance que d'adaptation à la coarticulation, selon les locuteurs.

Notons tout de même que, dans l'ensemble, les résultats suivent tout de même les faits attestés dans la littérature dans la mesure où la coarticulation est plus forte en contexte vélaire qu'en contexte consonantique [t]. Nous attribuons une nouvelle fois la grande variabilité des valeurs au fait que les locuteurs sont des enfants qui, de plus, présentent une gêne au niveau articulaire pour le groupe pathologique.

Tableau 36 : Valeurs de pentes et coefficients de détermination pour chacun des locuteurs et pour chaque contexte.

locuteur		aki	Ika
Alan	penne	0,3734	0,2293
	R ²	0,4994	0,31
Lucas 2	penne	0,5316	0,4413
	R ²	0,055	0,3104
Quentin 2	penne	-0,1115	-0,1661
	R ²	0,0304	0,0134
Emile	penne	0,582	-0,123
	R ²	0,1061	0,0414
Killian	penne	0,6495	0,983
	R ²	0,0245	0,5283
Robinson	penne	1,26	0,4053
	R ²	0,4091	0,1778
Iorna	penne	0,4197	1,3534
	R ²	0,665	0,4317
Flavie	penne	0,2206	0,9794
	R ²	0,0559	0,1771

locuteur		Aki	ika
Berfin	penne	-0,1716	-0,1747
	R ²	0,0582	0,0168
Eliott	penne	-0,1444	0,4418
	R ²	0,0111	0,247
Lucas	penne	0,6015	0,8764
	R ²	0,3147	0,4828
Tiago	penne	0,4775	0,2898
	R ²	0,1389	0,2968
Grégoire	penne	-0,1991	0,1845
	R ²	0,3046	0,0319
Frederic	penne	0,9696	0,2462
	R ²	0,7805	0,3013
Julie	penne	-0,5709	0,7938
	R ²	0,0989	0,1818
Safia	penne	0,3398	-0,4401
	R ²	0,2962	0,0488

Observons à présent les valeurs de pente en fonction du type de fente des locuteurs.

Les locuteurs porteurs d'une fente palatine postérieure montrent davantage de coarticulation en contexte vocalique [i]. En contexte [a], la consonne montre beaucoup de résistance à la coarticulation (avec une valeur de pente de la droite de régression de 0.16). Il est à noter, surtout, le grand degré de variabilité, dans les deux contextes (Figure 156).

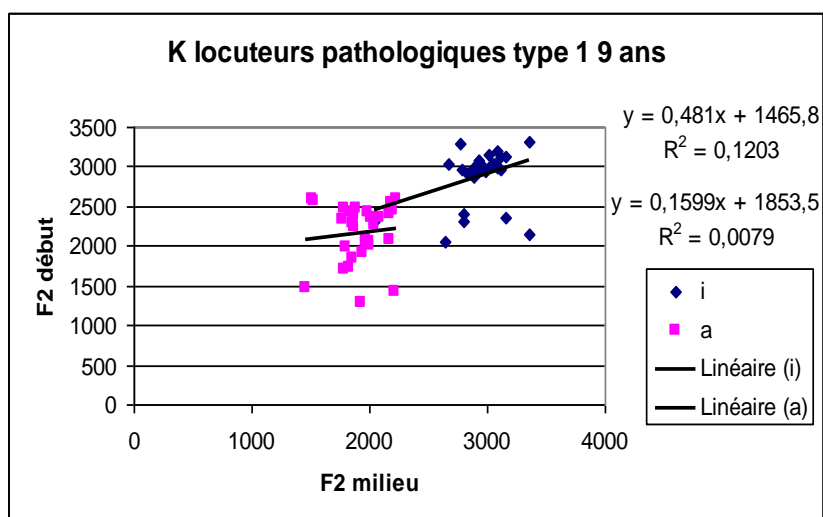


Figure 156 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques de type 1, contextes [a] et [i] distincts.

Chez les locuteurs porteurs d'une fente labio-palatine bilatérale totale (cf. Figure 157, ci-dessous) le degré de coarticulation est plus important en contexte vocalique [a], avec un degré de variabilité relativement faible (si on considère qu'il s'agit d'enfants ayant une pathologie de la parole).

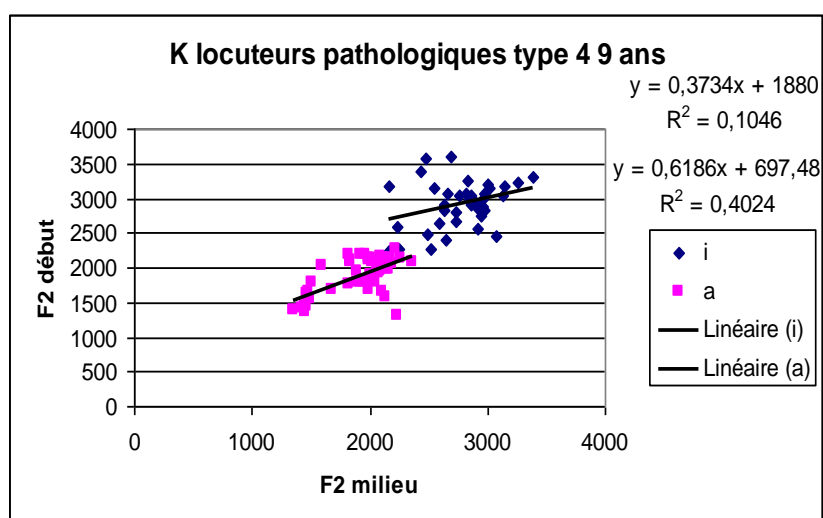


Figure 157 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques de type 4, contextes [a] et [i] distincts.

La variabilité est plus importante chez les locuteurs pathologiques de type 1.

Tableau 37 : Tableau récapitulatif des valeurs de pente et des coefficients de détermination pour chaque groupe de locuteurs.

Contexte	Toutes voyelles confondues		Contexte [i]		Contexte [a]	
	pente	R ²	pente	R ²	pente	R ²
mesures						
Locuteurs de contrôle	0.5394	0.4203	0.6328	0.315	0.6714	0.3299
Locuteurs pathologiques	0.8393	0.6166	0.3334	0.0628	0.5101	0.1448
Locuteurs pathologiques de type 1			0.481	0.1203	0.0079	0.1599
Locuteurs pathologiques de type 4			0.3734	0.1046	0.6186	0.4024

Pour résumer

Pour la consonne [k], retenons que :

(1) La variabilité est plus importante chez les locuteurs pathologiques, par rapport aux locuteurs de contrôle, et plus particulièrement chez les locuteurs porteurs d'une fente palatine postérieure.

(2) Les locuteurs de contrôle montrent, de façon générale et individuelle, davantage de coarticulation dans la production des séquences que les locuteurs pathologiques. Ce degré de coarticulation est par ailleurs assez important, davantage que pour la consonne [t], ce qui corrobore les données de la littérature. Cela va donc dans le sens de notre hypothèse de départ.

(3) Toutes valeurs confondues, nous ne pouvons noter de tendance quant au degré de coarticulation chez les locuteurs de contrôle. En effet, la consonne montre un degré d'adaptation coarticulatoire à la voyelle suivante quelle qu'elle soit (ici [a] ou [i]).

(4) Les valeurs des locuteurs pathologiques de type 1 (fente palatine postérieure) montrent un degré plus grand de coarticulation en contexte vocalique [i] tandis que les locuteurs pathologiques de type 4 (fente labio-palatine bilatérale totale) montrent un degré plus grand de coarticulation en contexte vocalique [a].

(5) Notons qu'en contexte vocalique [a], le degré de coarticulation est très faible chez les locuteurs opérés d'une fente palatine postérieure. Nous pouvons penser que la production du [k], déjà, est difficile pour eux, le velum étant mis à contribution dans cette articulation. La coarticulation avec une voyelle dans la même zone ajouterait alors à cette difficulté.

A l'inverse, ils ont davantage de facilités à déplacer la langue vers l'avant pour l'articulation du [i], par rapport aux locuteurs pathologiques de type 4 (fente labio-palatine bilatérale totale) qui ont une cicatrice tout au long de la cavité buccale.

Nous avons observé ici les degrés de coarticulation entre les occlusives sourdes et la voyelle suivante. Analysons à présent les résultats de ces mêmes paramètres mesurés sur les occlusives sonores. Nous savons que les locuteurs porteurs de fente palatine présentent de grandes difficultés pour la production des occlusives sourdes, en raison de leur incapacité à bloquer l'air correctement. Voyons si la coarticulation C-V est plus importante en contexte d'occlusives sonores.

VI.2.1.2.3. Contexte [d]

Observons d'abord le degré de coarticulation existant entre la consonne [d] et la voyelle suivante, tous contextes vocaliques confondus.

Le degré de coarticulation correspond ici à un coefficient attendu. Nous savons en effet que le degré de coarticulation n'est pas très élevé avec cette consonne. La dispersion des valeurs est relativement stable ; le coefficient de détermination, de 0.4679, en témoigne.

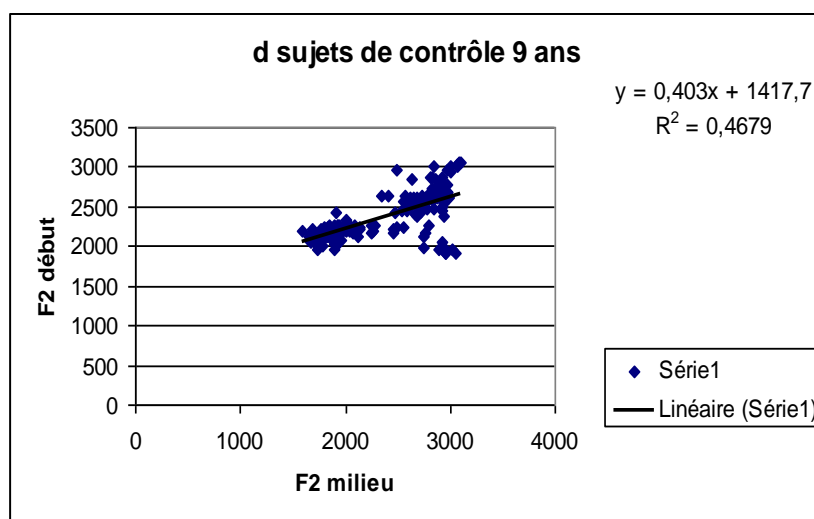


Figure 158 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle, contextes [a] et [i] confondus.

Si nous observons les mêmes valeurs en fonction du contexte vocalique, nous remarquons que la pente de la droite de régression est plus faible, et ce pour les deux contextes. En effet, la pente passe à une valeur de 0.2759 pour le [i] et 0.2001 pour le [a]. Aussi, nous constatons une variabilité plus forte des valeurs (R^2 plus faibles).

Notons que le degré de coarticulation serait légèrement plus élevé en contexte [i], mais prenant le fort taux de variabilité en considération, soulignons qu'il ne s'agit là que de tendances.

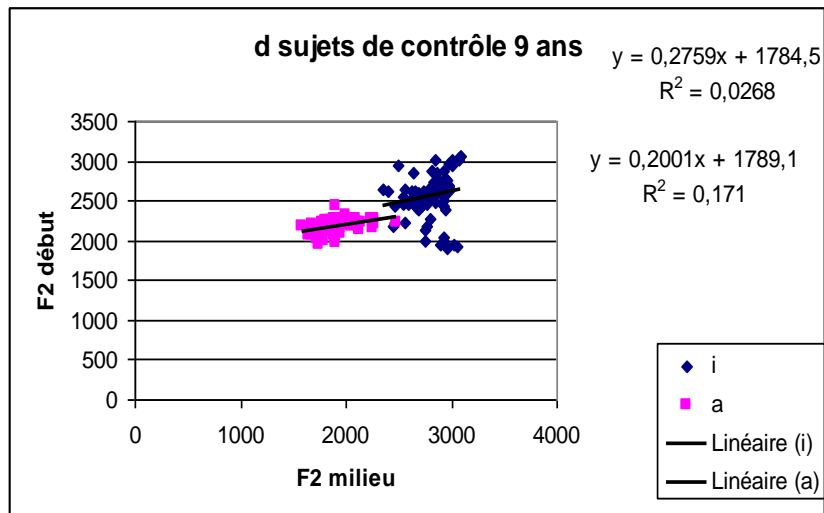


Figure 159 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle, contextes [a] et [i] distincts.

S'agissant de la consonne [d], le degré de coarticulation des locuteurs pathologiques est élevé (avec une pente de droite de régression de 0.6366).

Notons de plus le coefficient de détermination, élevé, témoignant du bon degré de fiabilité des résultats.

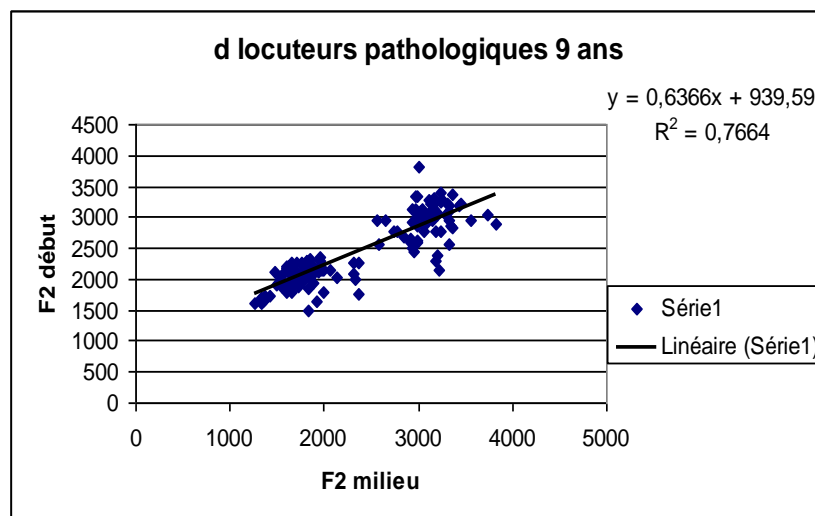


Figure 160 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques, contextes [a] et [i] confondus.

Les résultats en contextes vocaliques confondus se confirment ici (Figure 161) : le degré de coarticulation reste important dans les deux contextes vocaliques. Notons la pente élevée de la droite de régression en contexte [i] (0.6788).

Les coefficients de détermination sont en revanche assez faibles, soulignant une variabilité importante. Rappelons cependant qu'il s'agit ici de locuteurs pathologiques qui, de plus, sont âgés de 9 ans.

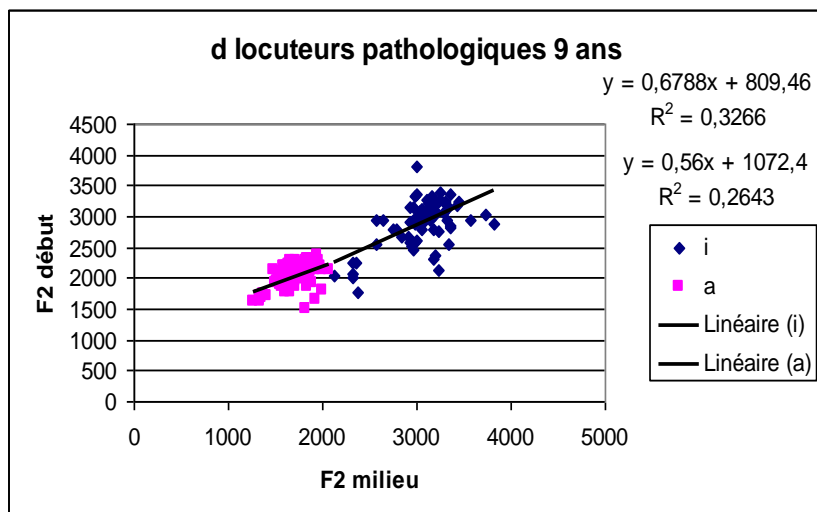


Figure 161 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques, contextes [a] et [i] distincts.

Le tableau ci-dessous (Tableau 38) rend compte des valeurs individuelles des pentes et coefficients de détermination pour chaque contexte vocalique. Ces valeurs confirment la corrélation plus forte en contexte [i] chez les locuteurs de contrôle.

En revanche, au niveau individuel, chez les locuteurs pathologiques, le degré de coarticulation serait plus élevé en contexte [a].

Notons les faibles coefficients de détermination, révélant un taux de variabilité important, chez les deux catégories de locuteurs.

Tableau 38 : Valeurs de pentes et coefficients de détermination pour chacun des locuteurs et pour chaque contexte.

locuteur		adi	ida
Alan	pen	0,1233	-0,3143
	R2	0,0201	0,0595
Lucas 2	pen	1,9308	0,3022
	R2	0,6348	0,0927
Quentin 2	pen	0,8019	-0,3584
	R2	0,4528	0,2297
Emile	pen	0,2342	-0,0004
	R2	0,0147	3 ^E -07
Killian	pen	-1,2154	0,564
	R2	0,1197	0,578
Robinson	pen	-0,3037	-0,2096
	R2	0,0066	0,0603
Iorna	pen	0,2417	0,2184
	R2	0,219	0,2482
Flavie	pen	-0,2475	-0,2086
	R2	0,0445	0,2362
locuteur		adi	ida
Berfin	pen	0,0533	0,9261
	R2	0,0004	0,2611
Eliott	pen	0,2761	-0,2054
	R2	0,0599	0,0546
Lucas	pen	-0,0923	1,3271
	R2	0,0019	0,6605
Tiago	pen	-0,0344	0,3542
	R2	0,0002	0,1384
Grégoire	pen	-0,4073	-0,0476
	R2	0,1049	0,012
Frederic	pen	-0,1107	-0,2987
	R2	0,0191	0,0626
Julie	pen	0,2465	0,2793
	R2	0,0753	0,1814
Safia	pen	0,3518	0,0221
	R2	0,0563	4 ^E -05

Observons à présent ces mêmes valeurs en fonction du type de pathologie.

Le graphique ci-dessous montre un degré de coarticulation particulièrement important en contexte [i] même si le degré de variabilité spécialement important relativise cependant le résultat.

En contexte [a], la valeur de la pente de la droite de régression (-0.1912) indique une absence de coarticulation. Le degré de variabilité est, là encore, très élevé.

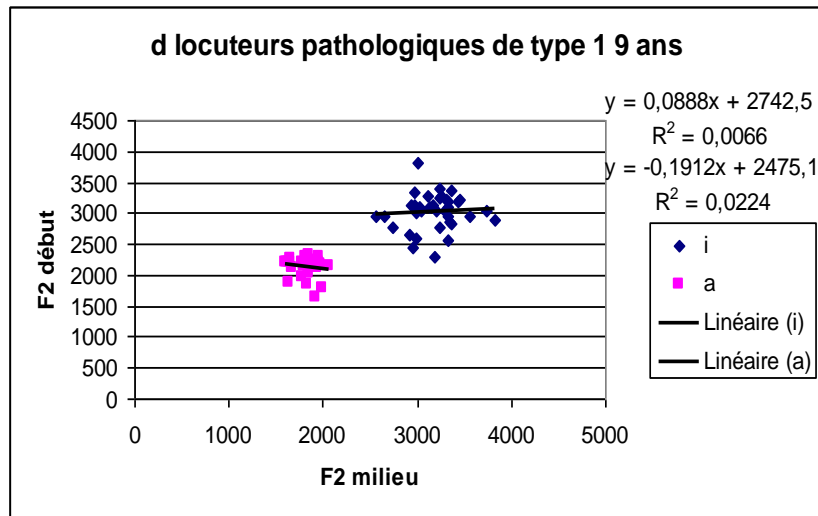


Figure 162 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle de type 1, contextes [a] et [i] distincts.

Le graphique ci-dessous (Figure 163) révèle un fort taux de coarticulation C-V, dans les deux contextes vocaliques, et principalement en contexte [i]. Cela peut indiquer un déplacement du lieu d'articulation. En effet, nous savons que le degré de coarticulation est plus important en contexte consonantique vélaire. Or, il est fort probable que ces locuteurs, à cause de leur fente, labio-palatine bilatérale totale, aient produit plutôt une consonne middorso-palatale.

Aussi, notons les coefficients de détermination, qui marquent ici un degré de variabilité relativement limité, au regard du type de locuteurs.

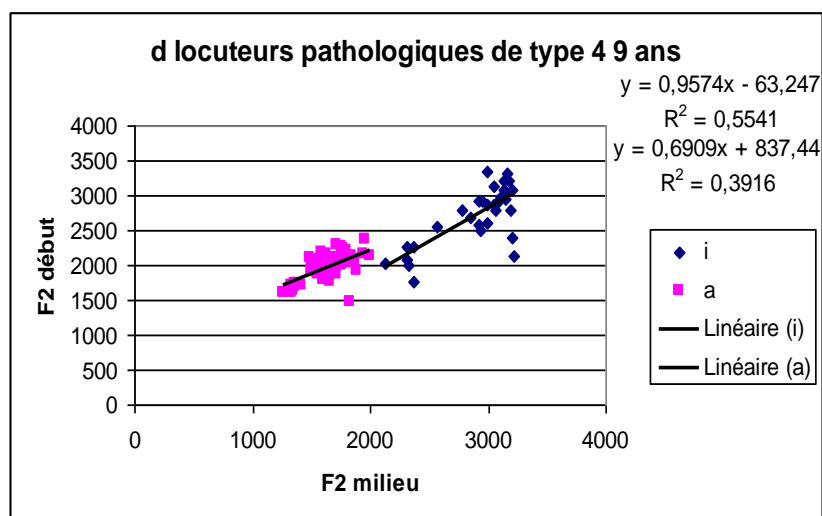


Figure 163 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle de type 4, contextes [a] et [i] distincts.

Tableau 39 : Tableau récapitulatif des valeurs de pente et des coefficients de détermination pour chaque groupe de locuteurs.

Contexte	Toutes voyelles confondues		Contexte [i]		Contexte [a]	
	pente	R ²	pente	R ²	pente	R ²
Locuteurs de contrôle	0.403	0.4679	0.2759	0.0268	0.2001	0.171
Locuteurs pathologiques	0.6366	0.7664	0.6788	0.3266	0.56	0.2643
Locuteurs pathologiques de type 1			0.0888	0.0066	-0.1912	0.0224
Locuteurs pathologiques de type 4			0.9574	0.5541	0.6909	0.3916

Pour résumer

Pour la consonne [d], retenons que :

(1) En contexte global, toutes voyelles confondues, la variabilité est plus importante chez les locuteurs de contrôle, par rapport aux locuteurs pathologiques. En revanche, les valeurs individuelles montrent une plus grande variabilité chez les locuteurs pathologiques, même si elle reste très importante aussi chez les locuteurs de contrôle.

(2) Tous contextes confondus, et en contextes vocaliques distincts, ce sont les locuteurs pathologiques qui montrent le degré le plus important de coarticulation. Lorsque nous observons plus précisément les locuteurs pathologiques en fonction de leur type de fente, nous remarquons que les locuteurs pathologiques de type 4 (fente labio-palatine bilatérale totale) présentent un degré de coarticulation important, avec peu de variabilité, tandis que les locuteurs pathologiques de type 1 (fente palatine postérieure) présentent un degré de coarticulation nul, avec un degré de variabilité très élevé.

(3) Il est à noter tout de même que la valeur de pente chez les locuteurs de contrôle correspond à peu près à ce que l'on pouvait attendre dans la mesure où il s'agit d'une consonne résistante à la coarticulation et que nous avons affaire à des locuteurs âgés de 9 ans.

(4) Dans l'ensemble, les locuteurs présentent davantage de coarticulation en contexte [i], ce qui paraît normal, puisque le lieu d'articulation est proche de celui du [d]. Seules les mesures des locuteurs individuels diffèrent. En effet, les locuteurs pathologiques présentent des pentes plus grandes en contexte [a].

VI.2.1.2.4. Contexte [g]

L'occlusive [g] étant reconnu comme étant une consonne qui présente une bonne adaptation coarticulaire (*cf.* chapitre III.2), la valeur de pente de la droite de régression est plutôt faible. De plus, le petit coefficient de détermination témoigne d'une variabilité relativement élevée.

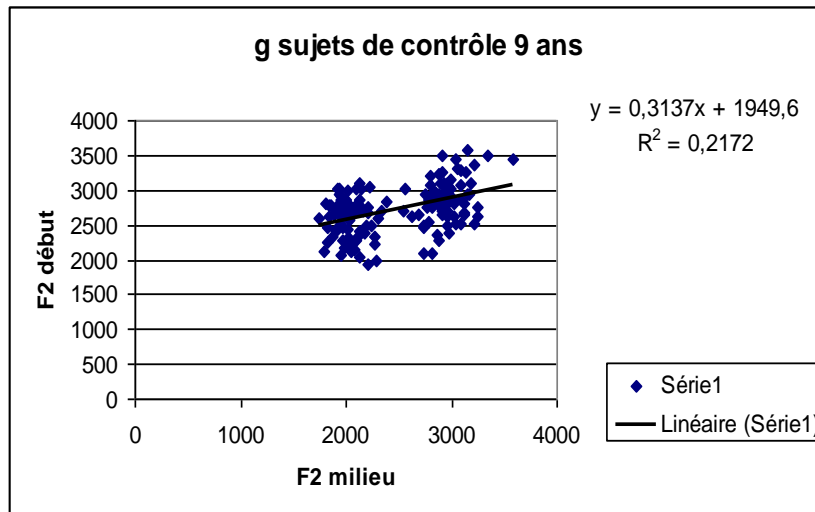


Figure 164 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle, contextes [a] et [i] confondus.

En ce qui concerne la production C-V chez les sujets de contrôle, où C est l'occlusive sonore [g], il apparaît que le degré de coarticulation est quasi nul en contexte vocalique [a]. En effet, les valeurs de F2 début correspondent davantage aux valeurs de F2 milieu de la voyelle précédente, donc [i], puisqu'il s'agit ici de séquences [iga].

En revanche, dans la séquence [agi], la coarticulation est relativement élevée (avec une pente de la droite de régression de 0.62). Notons tout de même le coefficient de détermination, très faible ici (0.123), révélant un taux de variabilité assez élevé.

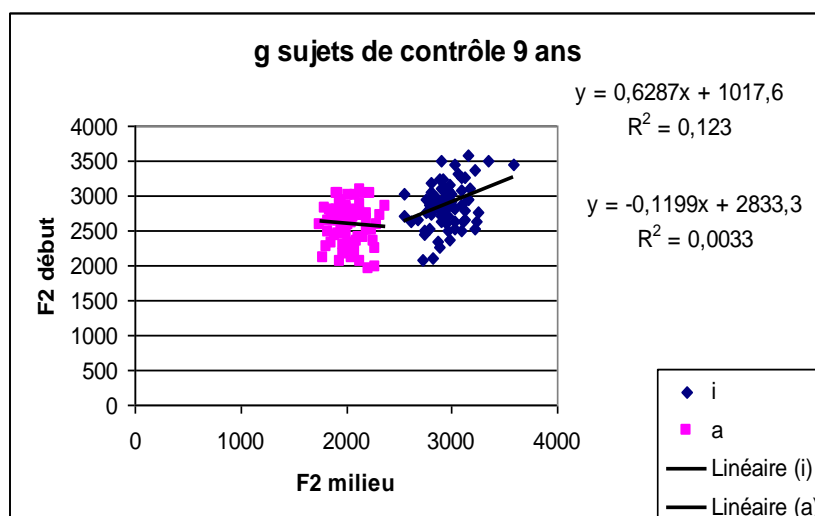


Figure 165 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle, contextes [a] et [i] distincts.

Contrairement aux sujets sains, les valeurs de pente sont élevées, indiquant un fort degré de coarticulation C-V, et ce quel que soit le contexte (*cf.* Figures 166 et 167, ci-dessous).

Aussi les valeurs des coefficients de détermination sont relativement élevées (sauf en contexte vocalique [a]), au vue de la population, ce qui indique une variabilité réduite.

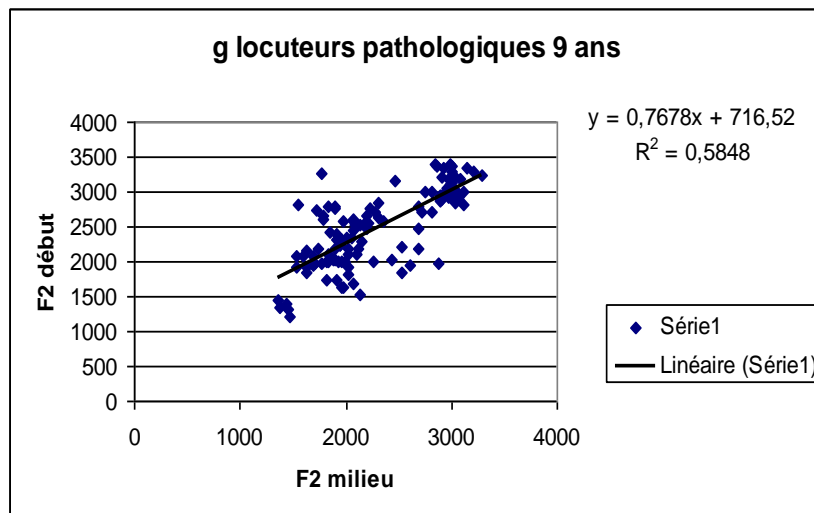


Figure 166 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques, contextes [a] et [i] confondus.

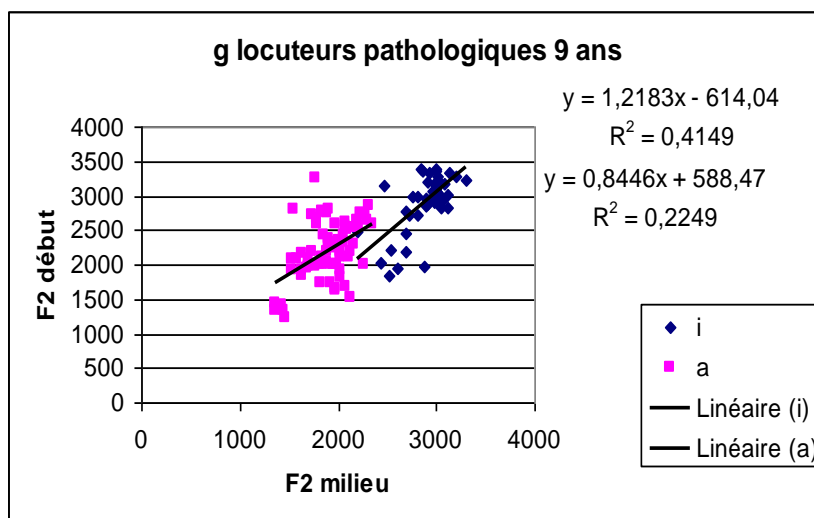


Figure 167 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques, contextes [a] et [i] distincts.

Les valeurs présentées dans le tableau ci-dessous (Tableau 40) correspondent à chaque locuteur, dans chacun des contextes. Il est possible de voir que les valeurs sont plus faibles au niveau individuel. En revanche, les résultats vont dans le sens de ceux observés *supra* (tous contextes confondus, par groupe de locuteurs).

Tableau 40 : Valeurs de pentes et coefficients de détermination pour chacun des locuteurs et pour chaque contexte.

locuteur		agi	iga
Alan	pente	-2,0468	0,1501
	R2	0,3512	0,009
Lucas 2	pente	0,1601	0,0949
	R2	0,0419	0,0064
Quentin 2	pente	-0,9339	1,6866
	R2	0,223	0,6346
Emile	pente	0,4404	0,1295
	R2	0,0596	0,0094
Killian	pente	-0,6479	0,0823
	R2	0,1822	0,001
Robinson	pente	0,1115	0,3758
	R2	0,0066	0,257
Iorna	pente	0,8224	-0,1948
	R2	0,5869	0,0097
Flavie	pente	-1,0627	-1,7911
	R2	0,5366	0,2288

locuteur		agi	iga
Berfin	pente	-0,015	0,0127
	R2	0,0003	4 ^E -05
Eliott	pente	0,7094	-0,1016
	R2	0,6878	0,0084
Lucas	pente	3,0549	
	R2	0,6815	
Tiago	pente	-0,2756	-0,0555
	R2	0,0469	0,0013
Grégoire	pente	-0,3335	-0,4184
	R2	0,5411	0,1385
Frederic	pente	-0,0801	0,6304
	R2	0,0058	0,3241
Julie	pente	1,7838	0,2381
	R2	0,6803	0,0077
Safia	pente	0,4157	1,0805
	R2	0,124	0,3583

Le graphique ci-dessous (Figure 168) révèle un faible taux de coarticulation en contexte [a] chez les locuteurs porteurs d'une fente palatine postérieure, avec, de plus, un degré élevé de variabilité. Nous pensons que ces locuteurs déplacent le lieu d'articulation vers une partie plus antérieure de la cavité buccale, ce qui peut, en partie, expliquer ces valeurs dans la mesure où le degré de coarticulation est moindre lorsqu'il s'agit d'une occlusive antérieure.

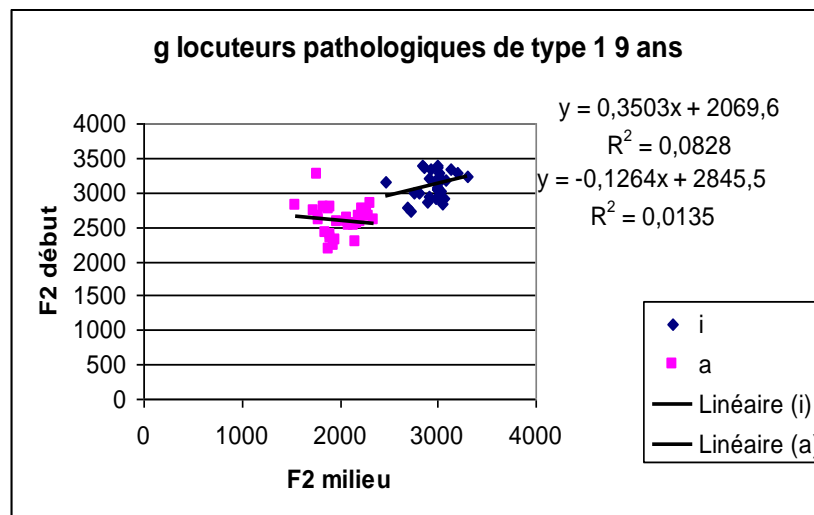


Figure 168 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle de type 1, contextes [a] et [i] distincts.

En revanche, le graphique suivant (Figure 169) montre que les locuteurs porteurs d'une fente labio-palatine bilatérale totale ont tendance à montrer un taux de coarticulation dans la séquence C-V, dans les deux contextes vocaliques. Le coefficient de détermination est faible en contexte [a] mais reste élevé en contexte [i].

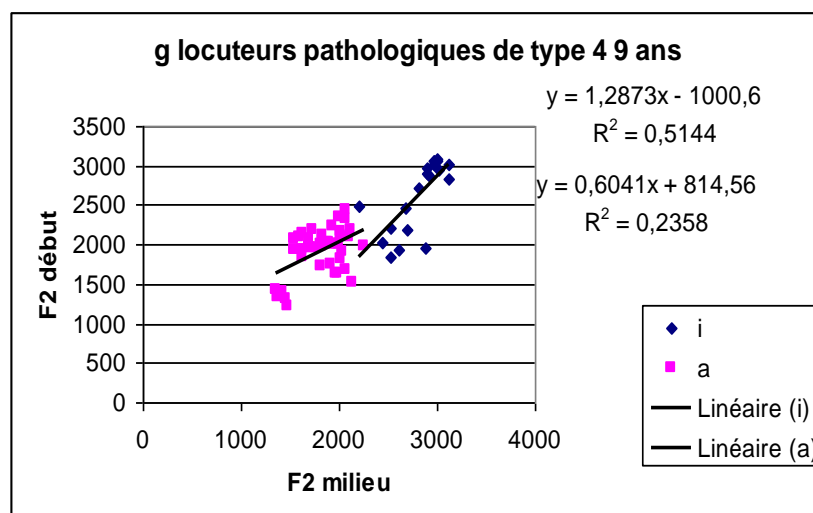


Figure 169 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle de type 4, contextes [a] et [i] distincts.

Tableau 41 : Tableau récapitulatif des valeurs de pente et des coefficients de détermination pour chaque groupe de locuteurs.

Contexte	Toutes voyelles confondues		Contexte [i]		Contexte [a]	
	pente	R ²	pente	R ²	pente	R ²
Locuteurs de contrôle	0.3137	0.2172	0.6287	0.123	-0.1199	0.0033
Locuteurs pathologiques	0.7678	0.5848	1.2183	0.4149	0.8446	0.2249
Locuteurs pathologiques de type 1			0.3503	0.0828	-0.1264	0.0135
Locuteurs pathologiques de type 4			1.2873	0.5144	0.6041	0.2358

Pour résumer

Pour la consonne [g], retenons que :

(1) Comme pour la consonne [d], toutes voyelles confondues, la variabilité est plus importante chez les locuteurs de contrôle, par rapport aux locuteurs pathologiques. En revanche, les valeurs individuelles montrent une plus grande variabilité chez les locuteurs pathologiques, même si elle reste très importante aussi chez les locuteurs de contrôle.

(2) Tous contextes confondus, et en contextes vocaliques distincts, ce sont les locuteurs pathologiques qui montrent le degré le plus important de coarticulation.

(3) Lorsque nous observons plus précisément les locuteurs pathologiques en fonction de leur type de fente, nous remarquons que les locuteurs pathologiques de type 4 (fente labio-palatine

bilatérale totale) présentent un degré de coarticulation important, avec peu de variabilité, tandis que les locuteurs pathologiques de type 1 (fente palatine postérieure) présentent un degré de coarticulation nul (en contexte [a]) et très faible (en contexte [i]), avec un degré de variabilité très élevé.

(4) Au niveau individuel, en raison également du fort degré de variabilité, il est difficile de définir quel contexte vocalique est le plus favorable à la coarticulation. En revanche, dans les résultats « globaux », il apparaît que la consonne s'adapterait davantage en contexte [i].

Pour résumer de manière générale

La coarticulation chez les locuteurs pathologiques est présente, et elle est très accentuée lors des transitions C-V lorsque C est une occlusive sonore.

Pour les occlusives sourdes, les locuteurs présentent des difficultés pour fermer le port vélopharyngal et produire un silence acoustique adéquat. Ainsi, la production de la consonne se fait difficilement et requiert une forte intervention des articulateurs, sans anticipation notoire de la voyelle suivante.

Pour les occlusives sonores, les locuteurs placent les articulateurs comme il convient mais la difficulté à bloquer l'air pour la production de l'explosion persiste. Cependant pour les sonores, aucun silence n'est requis. Ainsi, la voyelle et la consonne ayant le même trait oral, les locuteurs entament la production de la voyelle suivante au plus tôt, afin de masquer le manque au niveau de l'occlusion. En terme de résistance coarticulatoire, nous pensons que la consonne sera alors plus faible, et donc moins résistante.

En ce qui concerne le lieu d'articulation des occlusives, cette étude peut nous apporter certains indices ; en effet, nous avons pu remarquer que le degré de coarticulation est bien plus important chez les locuteurs pathologiques de type 4, lors de la production du [g] par rapport aux locuteurs pathologiques de type 1 (fente labio-palatine bilatérale totale). Ceci peut indiquer un déplacement de la cible pour l'articulation de cette occlusive chez les locuteurs pathologiques de type 1 (fente palatine postérieure). Il serait très probable que ces derniers, ayant la zone postérieure touchée par la fente, déplacent l'articulation vers une zone plus antérieure. Cela expliquerait le degré de coarticulation moindre, puisque nous savons que le degré de coarticulation est généralement plus faible pour les transitions C-V où C est une occlusive antérieure.

De la même façon, le phénomène de déplacement de la cible expliquerait le haut degré de coarticulation pour l'occlusive chez les locuteurs pathologiques de type 4 (fente labio-palatine bilatérale totale), qui eux déplaceraient le lieu d'articulation vers une zone plus postérieure. Ce constat rejoint par ailleurs les occlusives middorso-palatales révélées par Gibbon (2002).

Le tableau ci-dessous (Tableau 42) montre que :

- Chez les locuteurs de contrôle, la consonne qui s'adapte le plus à la voyelle suivante est l'occlusive sourde vélaire, en contexte [a] et [i], suivie de près par l'occlusive sonore vélaire en contexte [ɪ]. Cela correspond à ce que nous avons pu lire dans la littérature (*cf.* Chapitre III. section 2.), puisque les valeurs de pente les plus faibles chez ces locuteurs correspondent aux occlusives apico-alvéodentales (avec pour seule exception en contexte [a]).
- Chez les locuteurs pathologiques de type 1, c'est la consonne [k] qui permet le plus de coarticulation, tandis que l'occlusive [t] marque clairement le plus de résistance. Notons que le degré de variabilité reste relativement faible en tous contextes.
- Chez les locuteurs pathologiques de type 4, la consonne [d] se démarque, en étant particulièrement adaptable à la voyelle suivante. En revanche, les consonnes sourdes sont plus résistantes à la coarticulation. Notons que le degré de coarticulation reste élevé également avec les consonnes vélares.
- Tous les coefficients de détermination sont faibles. Rappelons ici encore que les locuteurs sont des enfants âgés de 9 ans. Le degré de variabilité est d'autant plus élevé chez les locuteurs pathologiques.
- Globalement les résultats correspondent à ce que nous avons pu lire dans la littérature. Les deux résultats que nous soulignons sont :
 - La plus grande variabilité en contexte [d] chez les locuteurs pathologiques de type 4, que nous expliquons par un déplacement de lieu d'articulation vers une partie plus antérieure de la cavité buccale (au milieu du palais, ces locuteurs trouvent en effet un espace plus large, entre les cicatrices, pour effectuer l'occlusion. Cette articulation se fait en effet plus difficilement dans la zone antérieure de la cavité buccale où la cicatrice prend une place étendue).
 - Le faible degré de variabilité pour les consonnes vélares chez les locuteurs porteurs d'une fente de type 1, que nous expliquons également par un déplacement du lieu d'articulation. Seulement ici, les locuteurs effectueraient un déplacement vers l'arrière de la cavité buccale.

Tableau 42 : Tableau récapitulatif des valeurs de pente et des coefficients de détermination pour chaque groupe de locuteurs et chaque contexte.

Contexte		Toutes voyelles confondues		Contexte [i]		Contexte [a]	
mesures		pente	R ²	pente	R ²	pente	R ²
Locuteurs de contrôle	T	0.7809	0.4554	0.2086	0.0332	0.6125	0.2237
	K	0.5394	0.4203	0.6328	0.315	0.6714	0.3299
	D	0.403	0.4679	0.2759	0.0268	0.2001	0.171
	G	0.3137	0.2172	0.6287	0.123	-0.1199	0.0033
Locuteurs pathologiques	T	0.3069	0.1891	0.4331	0.2518	0.0159	0.0014
	K	0.8393	0.6166	0.3334	0.0628	0.5101	0.1448
	D	0.6366	0.7664	0.6788	0.3266	0.56	0.2643
	G	0.7678	0.5848	1.2183	0.4149	0.8446	0.2249
Locuteurs pathologiques de type 1	T			-0.0855	0.0074	0.0263	0.0087
	K			0.481	0.1203	0.1599	0.0079
	D			0.0888	0.0066	-0.1912	0.0224
	G			0.3503	0.0828	-0.1264	0.0135
Locuteurs pathologiques de type 4	T			0.4191	0.4606	-0.0286	0.0032
	K			0.3734	0.1046	0.6186	0.4024
	D			0.9574	0.5541	0.6909	0.3916
	G			1.2873	0.5144	0.6041	0.2358

VI.2.2. Locuteurs sains vs. pathologiques, 12 ans

Rappelons que Nicolas a une fente labio-palatine unilatérale (type 3), tandis que Cyril est porteur d'une fente bilatérale totale (type 4).

Nous analysons 4 locuteurs de 12 ans : 2 locuteurs sains et 2 locuteurs pathologiques. Le faible nombre de locuteurs nous permet d'observer des tendances plus aisément. Pour cette raison, et afin d'améliorer la lecture des résultats, nous avons choisi de comparer les différents contextes consonantiques par locuteur, puis d'analyser directement les tendances observées.

Le graphique ci-dessous permet plus de lisibilité quand aux degrés de pentes pour la comparaison de chacune des consonnes (Figure 170). En effet, nous pouvons voir ici que les pentes correspondant aux occlusives antérieures sont moins raides que celles correspondant aux occlusives vélares, tel que nous l'attendons par rapport à la littérature (III.2).

Aussi, le degré de variabilité est assez faible, excepté en contexte [g] ($R^2=0.63$). Rappelons toutefois qu'il s'agit d'enfants, donc ce degré de variabilité reste relativement faible, même pour cette consonne.

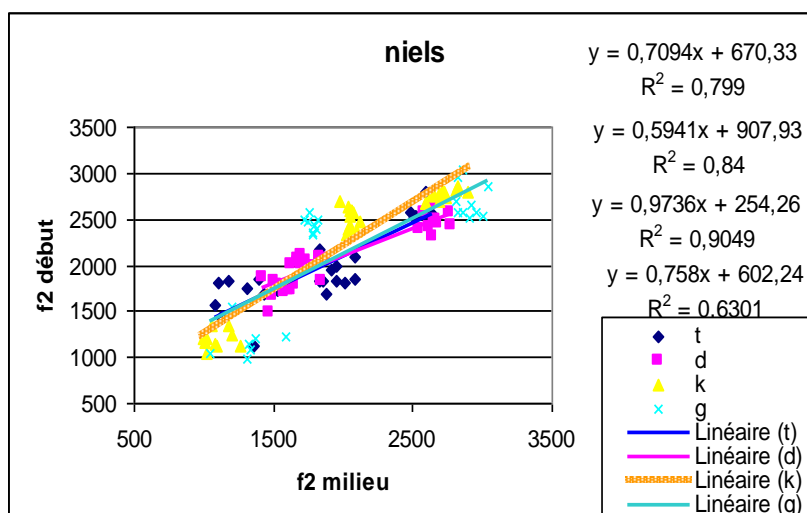


Figure 170 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Niels, locuteur de contrôle, contextes [a], [i] et [u] confondus.

Chez le second locuteur de contrôle, Pierre, nous constatons que la tendance est la même que pour le premier. En effet, le graphique ci-dessous (Figure 171) montre que les consonnes les plus résistantes à la coarticulation sont les occlusives antérieures, tandis que les vélaires présentent un degré d'adaptation élevé aux consonnes suivantes. Cela correspond donc aux résultats de la littérature.

Notons que le degré de variabilité est assez bas chez ce locuteur, excepté, comme chez Niels, pour le [g].

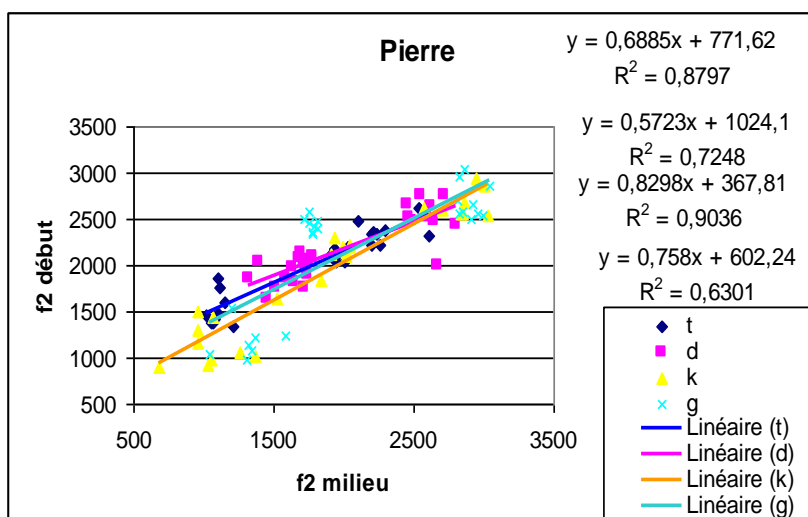


Figure 171 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Pierre, locuteur de contrôle, contextes [a], [i] et [u] confondus.

Le graphique ci-dessous (Figure 172) montre une dispersion des voyelles propre à chaque contexte consonantique, sauf pour le [a], qui est représenté par un amas de points regroupés au milieu de la droite de régression. Cette dispersion est accentuée pour la voyelle [u], qui montre un large panel de points.

Les consonnes antérieures se montrent ici encore plus résistantes à la coarticulation que les vélares, rejoignant les résultats des locuteurs de contrôle.

Les coefficients de détermination, élevés, révèlent une variabilité faible chez ce locuteur, pour chaque contexte consonantique.

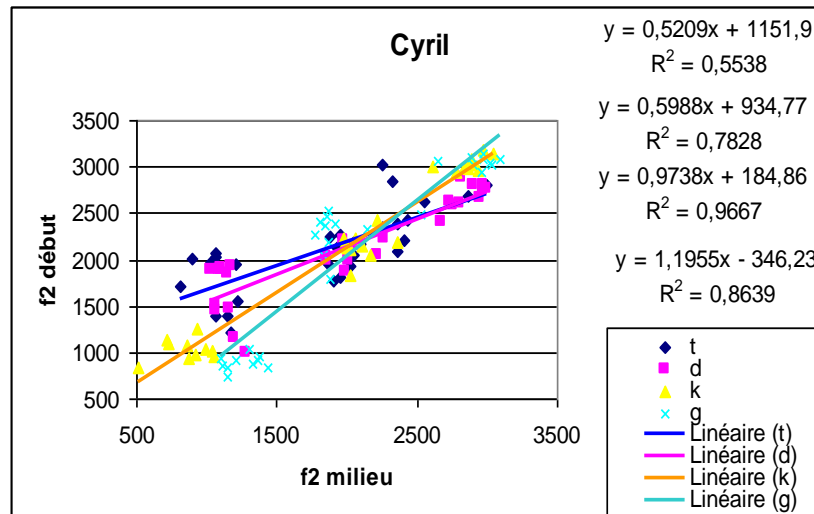


Figure 172 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Cyril, locuteur pathologique, contextes [a], [i] et [u] confondus.

Chez Nico aussi, il est possible de distinguer des groupes de points distincts pour les voyelles, en fonction de chaque contexte consonantique, et cela est surtout le cas pour le [i].

Notons que les deux consonnes qui s'adaptent le plus aux voyelles suivantes sont les sonores pour ce locuteur. La consonne [t] montre une bonne résistance à la coarticulation, avec un degré de pente de la droite de régression de 0.323. En revanche, l'occlusive antérieure [d] montre une très grande adaptation à la consonne suivante. En effet, même s'il est attesté que les occlusives labiales et coronales sonores sont moins résistantes que leurs correspondantes non voisées, une pente de 1.25 reste inhabituelle en contexte [d].

Les coefficients de régression révèlent une variabilité plutôt faible, sauf en contexte [t].

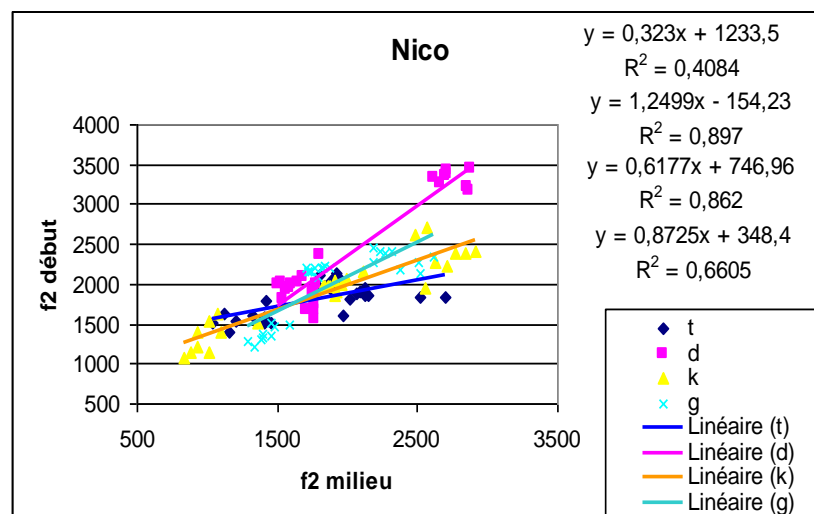


Figure 173 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Nico, locuteur pathologique, contextes [a], [i] et [u] confondus.

Nous avons cherché à voir, comme l'ont fait Brancazio et Fowler (1998), si les consonnes restaient distinctes dans l'espace pente/intercet chez les locuteurs pathologiques, comme chez les locuteurs sains. Nous constatons sur le graphique ci-dessous (Figure 174) que les consonnes sont bien distinctes chez les deux groupes de locuteurs. Il apparaît même que les distances sont plus élevées entre ces consonnes chez les locuteurs pathologiques, dans cet espace pente/intercet.

Tableau 43 : Valeurs de pente et de coefficients de détermination pour chaque contexte consonantique et chaque locuteur.

locuteur		T	D	K	G
Niels	pente	0,7094	0,5941	0,9736	1,0196
	R2	0,799	0,84	0,9049	0,8107
Pierre	pente	0,6885	0,5723	0,8271	0,7558
	R2	0,8797	0,7248	0,9059	0,6301
Cyril	pente	0,5209	0,5988	0,9738	1,1955
	R2	0,5538	0,7828	0,9667	0,8639
Nico	pente	0,323	1,2499	0,6177	0,8725
	R2	0,4084	0,897	0,862	0,6605

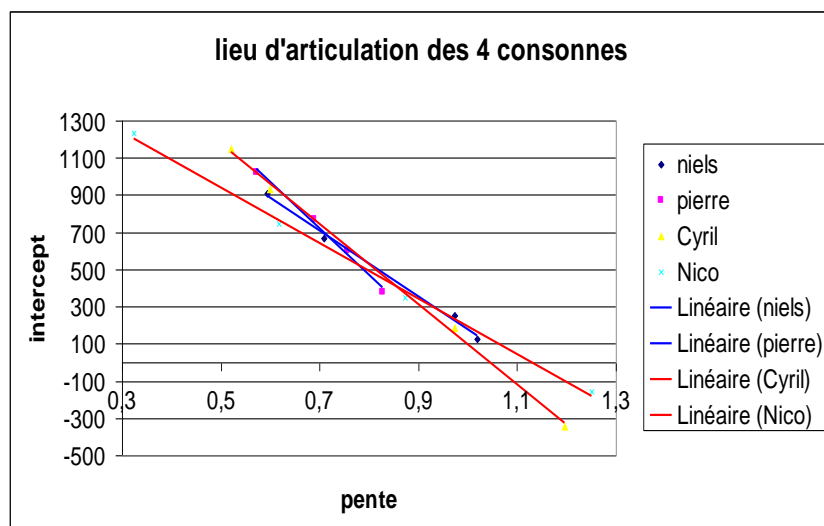


Figure 174 : dispersion des consonnes des quatre locuteurs (Niels, Pierre, Cyril et Nico) dans l'espace pente/intercet.

Pour résumer

(1) Les locuteurs de contrôle montrent des pentes de droites de régression plus élevées en contextes consonantiques vélares, par rapport aux contextes antérieurs, ce qui correspond aux résultats donnés dans la littérature (*cf.* Chapitre III., section 2.). Cela est également le cas chez le locuteur porteur d'une fente labio-palatine bilatérale totale.

(2) Chez le locuteur porteur d'une fente labio-palatine simple en revanche, ce sont les consonnes voisées qui se montrent les plus adaptables à la coarticulation. Les locuteurs porteurs d'une fente ayant des difficultés à produire la pression nécessaire pour la production des occlusives non-voisées, il n'est pas étonnant que la coarticulation soit plus aisée pour eux en contexte sonore. En effet, il leur est alors possible de solliciter davantage le mouvement lingual sans avoir de gestes à coordonner au niveau du port vélo-pharyngal.

(3) Les coefficients de détermination révèlent un degré de variabilité faible chez les locuteurs de contrôle. Chez les locuteurs pathologiques, ce degré de variabilité est faible également, excepté en contexte consonantique [t]. Il est probable que cette variabilité soit liée à un déplacement de la zone cible pour l'articulation de cette consonne. En effet, la fente transforme cette partie de la cavité buccale. Afin d'éviter la zone cicatrisée, les locuteurs porteurs d'une fente ont donc tendance à réaliser le contact à un niveau plus postérieur de la cavité buccale. Cela expliquerait la variabilité engendrée par une certaine perturbation au niveau du point d'articulation postalvéolaire.

(4) Les voyelles tendent à se distinguer, par différents amas de points, en fonction du contexte consonantique. Nous reviendrons sur ce point dans le chapitre suivant, dans lequel nous nous attacherons à observer plus précisément les voyelles. Ce fait est accentué chez les locuteurs pathologiques pour lesquels la dispersion vocalique est très importante.

La distribution des voyelles est plus éparse chez les locuteurs pathologiques. En effet, on peut constater que chaque voyelle forme un amas de point distinct selon la consonne antérieure. Or cela n'est pas le cas chez les locuteurs de contrôle, ou de façon plus réduite. Ce phénomène pourrait signaler une adaptation de la voyelle à la consonne précédente, davantage qu'une adaptation de la consonne à la voyelle suivante, chez les locuteurs pathologiques. Leur difficulté à produire les occlusives pourrait être à l'origine de cette adaptation vocalique, dans la mesure où ces dernières ne leur posent pas de problèmes lors de leur réalisation.

Cette étude permet de mettre en avant, même s'il ne s'agit que de tendances, des points précis nous amenant à postuler que les locuteurs pathologiques présentent des stratégies coarticulatoires différentes des locuteurs de contrôle.

Pour conclure

Dans l'ensemble, nous pouvons noter que le degré de variabilité est plus faible chez les locuteurs de 12 ans, par rapport aux locuteurs de 9 ans, et ce chez les deux catégories de locuteurs (sains et pathologiques).

Nous l'avons vu dans la Partie I, les mots lus entraînent des pentes plus basses d'équation du locus (Duez, 1989 ; Krull 1987 ; 1989). Cela peut expliquer en partie les valeurs basses de nos locuteurs. Ces valeurs peuvent indiquer des degrés de résistance élevée des consonnes par rapport aux voyelles environnantes.

La très grande variabilité présente chez tous nos locuteurs révèle à nouveau l'étendue des configurations coarticulatoires possibles, dans la mesure où le paramètre F2 début/F2 milieu est témoin du degré de coarticulation et de lieu d'articulation de la consonne. Cela nous renvoie à nouveau à la Théorie de la Viabilité (Aubin, 1991).

Les résultats de cette étude, qui révèlent un degré de coarticulation plus important chez les locuteurs âgés de 12 ans par rapport aux locuteurs âgés de 9 ans, confirment ceux de Serano et Liberman (1987) et de Kent (1983), mais vont à l'encontre de ceux de Nittrouer *et al.* (1996), par exemple, qui montrent un degré de coarticulation plus important chez les enfants par rapport aux adultes.

Il apparaît également que les résultats attendus, relatifs à la « norme », ne s'affirment que chez les locuteurs de 12 ans. En effet, nous avons pu voir que chez beaucoup de locuteurs âgés de 9 ans, locuteurs sains et pathologiques, la tendance à la coarticulation était « inversée », c'est-à-dire que la coarticulation est faible en contexte de consonne vélaire, et élevée en contexte de consonne antérieure. Or, nous avons vu dans la littérature que ce sont les vélares qui sont les plus adaptables à la voyelle suivante, tandis que les consonnes antérieures sont plus résistantes. Comme nous l'avons évoqué plus tôt, il se pourrait donc que le contrôle des gestes de la production de la parole ne soit pas totalement acquis à ces âges là. Cela expliquerait également le taux de variabilité élevé chez ces locuteurs. Ces résultats vont dans le sens des études faites sur des enfants, comme celle de Serano et Liberman (1987), par exemple.

Les résultats de cette recherche montrent qu'il est délicat d'utiliser l'équation du locus comme indice de lieu d'articulation ou de coarticulation. En effet, de nombreuses interprétations peuvent être données aux résultats, sans qu'aucune puisse être vérifiée sur la base seule de l'acoustique. Des indices articulatoires ou perceptifs pourraient en revanche attester ou, au contraire, réfuter les tendances trouvées dans cette étude. De plus, en raison du nombre peu élevé de locuteurs, il est nécessaire de considérer ces conclusions comme des tendances, et non comme des affirmations ; nous attirons l'attention de notre lecteur sur ce point. Nous pensons tout de même que les données de ce travail pourront contribuer aux connaissances sur le contrôle articulatoire chez le sujet porteur d'une fente palatine ou labio-palatine.

Notons enfin qu'au niveau méthodologique, il est important d'observer les locuteurs au niveau individuel. En effet, nous avons vu dans cette étude que les résultats ressortant des équations du locus changent du tout au tout en fonction des valeurs des différents locuteurs, ce qui est mathématiquement logique. Il est donc important de prendre en compte le degré de variabilité inter-individuel existant entre les locuteurs, et de procéder à des analyses individuelles. Nous préférons rendre compte des résultats de la façon la plus juste possible, même si cela nous oblige à procéder à des statistiques moins significatives (dans la mesure où cela entraîne une diminution des données par groupe).

Résumé Chapitre VII

Les résultats présentés dans ce chapitre sur la structure formantique des voyelles produites par des locuteurs porteurs de fente palatine correspondent à une étude préliminaire. En effet, cette investigation a été menée sur un nombre de locuteurs moins important, par rapport aux autres expérimentations présentées dans la thèse. Néanmoins, l'analyse de ces données peut servir à compléter celles des autres expériences, pouvant ainsi fournir des indications sur l'interprétation globale des différents résultats obtenus pour cette thèse.

Après une présentation du protocole expérimental, les paradigmes linguistiques (sujets, types de fentes, corpus, mesures) et les analyses statistiques, l'*hypothèse* de départ suivante est formulée : le triangle vocalique devrait être réduit chez les locuteurs porteurs de fente palatine, par rapport aux locuteurs sans troubles de la parole. En effet, il est loisible de croire que la perturbation introduite dans le conduit vocal, suite aux diverses opérations chirurgicales subies par ces locuteurs, induirait des « ratages de cibles » et des difficultés à gérer certaines stratégies gestuelles coarticulatoires. De ce fait, les locuteurs porteurs d'une fente palatine auraient tendance à ne pas atteindre les cibles « canoniques » au niveau articulatoire, ce qui entraînerait une réduction du triangle vocalique acoustique.

Cependant, les résultats ne confirment pas cette hypothèse (mis à part ceux obtenus auprès d'un seul locuteur). Il semble que les locuteurs pathologiques, dont le palais est abîmé des deux côtés, aient besoin de sur-articuler les productions vocaliques pour compenser les articulations consonantiques « ratées », installant ainsi une sorte d'équilibre coarticulatoire lors de la production des séquences voyelles-consonnes-voyelles.

CHAPITRE VII

VII. Expérience 3 : La structure formantique des voyelles produites par des locuteurs porteurs de fente palatine : une étude préliminaire

VII.0. Introduction

Il s'agit ici d'une étude préliminaire, étant donné qu'elle a été menée sur un nombre de locuteurs moins important, par rapport aux autres expérimentations présentées dans notre thèse. Il apparaît malgré tout intéressant de l'intégrer dans ce travail dans la mesure où les résultats complètent les autres expériences, pouvant ainsi nous fournir des indications sur l'interprétation globale de nos différents résultats.

Comme nous l'avons vu dans le chapitre III.3, les valeurs de F1, F2 et F3 prélevées au milieu de la voyelle apportent des informations sur le lieu d'articulation de cette dernière. Ainsi, l'objectif de notre étude est d'observer la structure formantique des voyelles chez les locuteurs porteurs de fente palatine, puis de la comparer avec celle de locuteurs sans troubles de la parole afin de percevoir les différences entre les deux groupes.

Nous avons voulu voir également les divers comportements adoptés pour la réalisation d'une même voyelle en fonction du contexte consonantique.

Notre *hypothèse* de départ est que le triangle vocalique devrait être réduit chez les locuteurs porteurs de fente palatine, par rapport aux locuteurs sans troubles de la parole. En effet, nous pensons que la perturbation introduite dans le conduit vocal suite aux diverses opérations chirurgicales subies par ces locuteurs induirait des « ratages de cibles » et des difficultés à gérer certaines stratégies gestuelles coarticulatoires. De ce fait, les locuteurs porteurs d'une fente palatine auraient tendance à ne pas atteindre les cibles « canoniques » au niveau articulatoire, ce qui entraînerait une réduction du triangle vocalique acoustique.

VII.1. Procédure expérimentale

VII.1.1. Locuteurs retenus pour l'expérience sur F1/F2

Pour cette étude, nous avons écarté les productions des enfants de 3 et 6 ans, le corpus prononcé par ces derniers étant différent de celui des locuteurs plus âgés. Or il nous paraissait primordial pour une cohérence dans la présentation des résultats de comparer des locuteurs sur les mêmes productions. Notons également que la taille de la cavité buccale et des cavités de résonance de manière générale peut jouer significativement sur les valeurs formantiques. Tous les locuteurs n'ayant pas les mêmes caractéristiques à ce niveau, nous avons tout de même essayé de former des groupes en fonction de l'âge et du sexe pour que ces caractéristiques puissent faire l'objet d'une comparaison entre les deux groupes de locuteurs. Les tableaux ci-dessous listent les sujets retenus pour cette analyse.

VII.1.1.1. Locuteurs pathologiques

Cinq locuteurs pathologiques ont enregistré ce corpus. Quatre d'entre eux ont une fente labio-palatine bilatérale totale, le cinquième une fente labio-palatine unilatérale simple. Les locuteurs retenus pour cette étude sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 44 : Locuteurs pathologiques retenus pour cette étude.

Fente	locuteurs	sexe	Age	Pathologie exacte
Type 3	Nicolas	M	12 ans + 5 mois	Fente labio-palatine unilatérale simple
Type 4	Eliott	M	9 ans+2 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Yildirin	M	+6 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Lucas	M	+ 6 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Cyril	M	11 ans+ 6 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale

VII.1.1.2. Locuteurs sains

Nous avons analysé le même nombre de locuteurs sains afin de pouvoir établir des statistiques fiables à partir des résultats.

Tableau 45 : Locuteurs de contrôle retenus pour cette étude.

Nom du locuteur	Age
Niels	12 ans
Pierre	12 ans
Robinson	9 ans
Emile	9 ans
Quentin 2	9 ans

VII.1.2. Corpus retenus pour l'expérience sur F1/F2

Les séquences sur lesquelles nous avons travaillé pour cette étude sont des séquences V1CV2, où C est une occlusive non voisée [t, k] ou voisée [d, g], et V une des trois voyelles extrêmes du triangle vocalique en français, soit [i, a, u]. Chaque séquence a été répétée 10 fois par chaque locuteur.

Nous avons retenu deux corpus. Le premier comporte les voyelles [a] et [i], le second, la voyelle [u].

Corpus n°1 :

○ C'est à qui ça ?	sɛtakisa
○ Un habit vert	œnabivɛr
○ Le radis cru	lɛradikrɥ
○ La guimauve	lagimɔv
○ La cicatrice	lasikatris
○ Il y balaie	ilibalɛ
○ Formidable	fɔrmidabl
○ La cigale	lasigal

Corpus n°2 :

○ Le bon gouda	lɛbɔ̃guda
○ Il adouc it le chien	iladusilɛʃjɛ̃
○ Il a tout cassé	ilatukase
○ Couds ta chemise	kutafɛmiz

Rappelons que le premier corpus a été constitué afin d'observer les six occlusives orales du français, placées entre les voyelles extrêmes du triangle vocalique [i] et [a]. Dans un premier temps, nous avons laissé de côté la voyelle [u] pour des raisons de longueur du corpus. En effet, désirant avoir au moins 10 répétitions de chaque séquence, il ne fallait pas que le corpus soit trop long pour que les enfants restent concentrés et acceptent de lire toute la liste de mots.

Le deuxième corpus a été enregistré spécifiquement pour la voyelle [u]. Les bilabiales n'engendrant pas de difficulté pour les enfants pathologiques, celles-ci ne font pas partie du deuxième corpus.

VII.1.3. Acquisition des données

Les enregistrements des locuteurs pathologiques ont été effectués à l'Hôpital de Hautepierre, à Strasbourg, avec un enregistreur numérique (Fostex FR2® sur carte Flash II) et un micro directif (Sennheiser e845 S®).

Les sujets sains âgés de 12 ans ont été enregistrés dans une salle calme d'un collège, et ceux de 9 ans dans une salle d'école primaire, à l'aide du même matériel.

VII.1.4. Mesures

Les données ont été mesurées à l'aide du logiciel Praat. Nous avons relevé les mesures de F1 et de F2 au milieu de la structure formantique stable de la voyelle, d'abord automatiquement, puis contrôlées manuellement. Les valeurs ainsi acquises permettent d'inférer, dans une certaine mesure, la configuration du conduit vocal lors de la production des voyelles étudiées. Celle-ci est alors aisément observée sur un graphique mettant en corrélation les valeurs de F2 en abscisse et de F1 en ordonnée.

Le calcul de l'espace vocalique a été obtenu par la formule de Héron ($Aire = \sqrt{P(P-a)(P-b)(P-c)}$), où a, b et c représentent les coordonnées entre deux voyelles, et P le résultat de $(a+b+c)/2$.

Nous avons également mesuré les durées vocaliques et consonantiques.

VII.1.5. Analyses

Chaque voyelle a été analysée dans chaque contexte consonantique chez chaque locuteur.

Nous avons dans un premier temps observé les données des locuteurs de manière globale, toutes conditions et tous contextes confondus. Dans un second temps, nous avons analysé les données de façon individuelle. Constatant que les valeurs de chacun des groupes suivaient la même direction, nous avons mis en commun les valeurs des locuteurs sains d'une part, et pathologiques, d'autre part.

Dans un souci de clarté de présentation des résultats, nous avons choisi de présenter d'abord les résultats de chaque locuteur, puis de les comparer en fonction de leur âge et de leur pathologie.

VII.2. Résultats

Rappelons que les résultats présentés dans cette investigation sont fondés sur des mesures de :

- 4 occlusives 2 non voisées et 2 voisées ;
- ces occlusives placées dans 3 contextes vocalique [i-a] ; [a-i] et [a-u]
- 10 répétitions de chaque occlusive ;
- chaque occlusive prononcée par 10 locuteurs (5 locuteurs sains et 5 locuteurs pathologiques).

Les analyses de variance (ANOVA à mesures répétées) ont été effectuées pour les deux variables (F1 et F2), avec $p < 0,05$. Il s'agissait de déterminer s'il existait des effets principaux des facteurs suivants :

- (1) *Pathologie*
- (2) *Sonorité*
- (3) *Contexte*
- (4) *Voyelle*

Nous présentons ensemble, ci-dessous, les résultats pour nos deux variables.

Ainsi, pour les deux variables F1 et F2, 2 effets principaux se sont révélés statistiquement significatifs : (1) *pathologie* : F1 et F2 : $p = ns$

Les valeurs révèlent que les valeurs de F1 et F2 entre les locuteurs sains et les locuteurs de contrôle restent des tendances. Les locuteurs pathologiques ont des valeurs de F1 plus grandes. A cause des perturbations articulatoires liées à la fente, ces derniers accentuent le degré d'aperture pour distinguer les différentes voyelles. En revanche, ce sont les locuteurs sains qui ont des valeurs plus élevées de F2. Cela peut être lié au fait que les locuteurs *pathologiques* surarticulent la production des voyelles aussi sur le plan antéropostérieur. Ainsi, leurs valeurs moyennes de F2 peuvent être plus basses à cause des [u] réalisés dans un lieu d'articulation plus postérieur. Aussi, les locuteurs de contrôle réalisent un [a] généralement plus antérieur que les locuteurs porteurs de fente.

(2) *Contexte* F1 : [F(11, 99) = 116,25 $p < 0,0000$] ; F2 : [F(11,99) = 294,31 $p < 0,0000$].

Chacune des trois voyelles a des valeurs de F1 et F2 différentes en fonction de leur nature articulatoire et du *contexte* consonantique. Ces différences sont statistiquement différentes.

L'interaction des facteurs (1) et (2) montre que les locuteurs sains et pathologiques ont des valeurs de F1 et de F2 significativement différentes en fonction des contextes : F1 : [F(11,99) = 2,49, $p < 0,009179$] F2 : [F(11,99) = 5,10, $p < 0,0000$].

(3) *Voyelle* F1 : [F(2,18) = 189,74 $p < 0,0000$] ; F2 : [F(2,18) = 1351,14 $p < 0,0000$]

Ces valeurs confirment les différences significatives de F1 et F2 pour chaque *voyelle* [i], [a] et [u]. Celles-ci sont donc bien réalisées dans des zones bien distinctes les unes des autres.

Le facteur *Sonorité* ne permet pas d'opposer les variables F1 et F2 ($p = ns$), ce qui signifie que les valeurs formantiques des voyelles ne changent pas en fonction de la nature voisé ou non voisée de la consonne précédente.

Les analyses de variance (ANOVA) ont été effectuées aussi pour la variable Aire du triangle vocalique, par rapport aux trois premiers facteurs, mais aucun des résultats n'est significatif ($p = ns$). Pour cette raison, nous avons tenu à affiner les analyses par groupe de

locuteurs, en fonction des âges et types de fente, en parlant de tendances lorsque nous observons des différences d'aires entre locuteurs pathologiques et locuteurs sains.

VII.2.1. Locuteurs sains vs. pathologiques à 9 ans

VII.2.1.1. Contexte [t]

Afin de rendre compte au mieux des différentes caractéristiques propres au triangle vocalique de chaque locuteur, nous avons pris le parti de présenter plusieurs graphiques. Il est alors possible de savoir comment la voyelle a été réalisée à l'intérieur de la cavité buccale puisque, rappelons-le, F1 est témoin du degré d'aperture et F2 du caractère antérieur ou postérieur de la voyelle.

Les deux graphiques ci-dessous (Figures 175 et 176) représentent la dispersion des points correspondant aux valeurs de F1 et F2 chez les locuteurs sains et pathologiques.

Le degré de variabilité intra locuteur est plus important chez les locuteurs atteints d'une fente palatine par rapport aux locuteurs de contrôle. Par exemple, chez Elliott, locuteur pathologique, les écarts types sont de 45 Hz pour une moyenne de 743 Hz pour F1 et de 438 Hz pour une moyenne de 1506 Hz pour F2 lors de l'articulation du [a], tandis que ces valeurs sont de 48 Hz pour une moyenne de 638 Hz pour F1 et 66 Hz pour une moyenne de 2114 Hz pour F2 pour la même voyelle chez Quentin, locuteur sain.

Il en va de même pour le degré de variabilité inter locuteur ; les écarts types sont de 106 Hz et 328 Hz pour des moyennes de 752 Hz et 1662 Hz pour F1 et F2 respectivement chez les locuteurs pathologiques lors la production du [a] et de 48 Hz et 66 Hz pour des moyennes de 638 Hz et 2114 Hz chez les locuteurs sains pour la même voyelle.

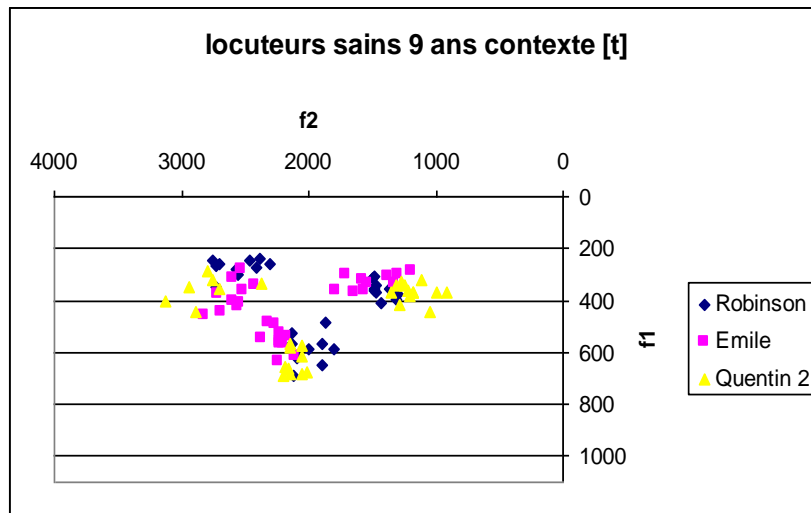


Figure 175 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [t] chez les trois locuteurs sains âgés de 9 ans.

Le graphique ci-dessous (Figure 176) montre que le degré de variabilité est surtout élevé lors de la réalisation de la voyelle [a] ; chez Elliott, les valeurs de F2 pour cette voyelle sont comprises entre 1097 Hz et 2275 Hz.

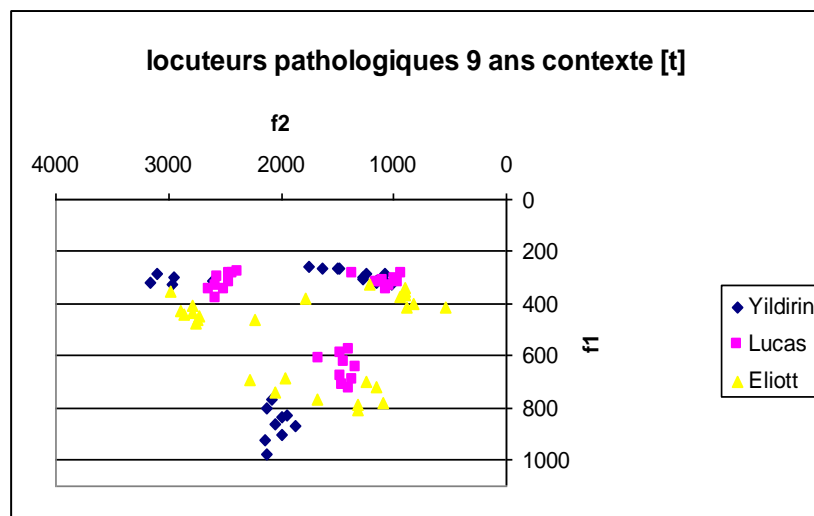


Figure 176 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [t] chez les trois locuteurs pathologiques âgés de 9 ans.

Les deux graphiques ci-dessous (Figures 177 et 178) représentent les moyennes des valeurs représentées *supra* (Figure 176), pour chaque locuteur et chaque voyelle en contexte [t]. Ces graphiques nous permettent de comparer les aires des triangles, dont les moyennes sont calculées plus bas.

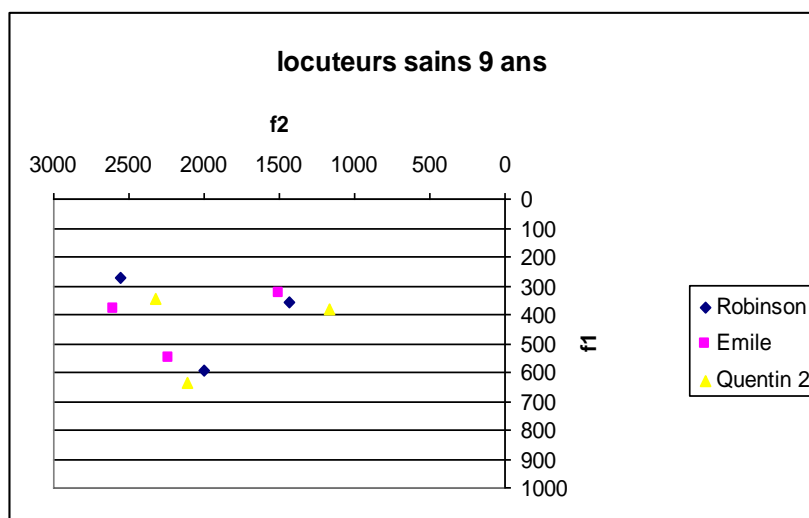


Figure 177 : Valeurs moyennes de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [t] chez les trois locuteurs sains âgés de 9 ans.

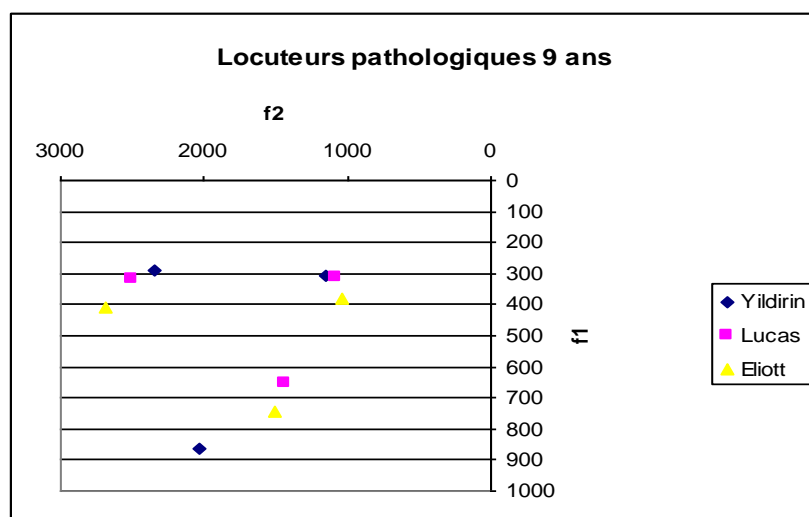


Figure 178 : Valeurs moyennes de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [t] chez les trois locuteurs pathologiques âgés de 9 ans.

Le graphique ci-dessous (Figure 179) révèle la différence de taille des triangles vocaliques entre les locuteurs sains et les locuteurs pathologiques. En effet, chez ces derniers, les trois voyelles extrêmes du triangle vocalique sont plus éloignées que chez les locuteurs sains, entraînant une aire plus importante du triangle vocalique (143 Khz² pour les locuteurs sains et 448 Khz² pour les locuteurs pathologiques).

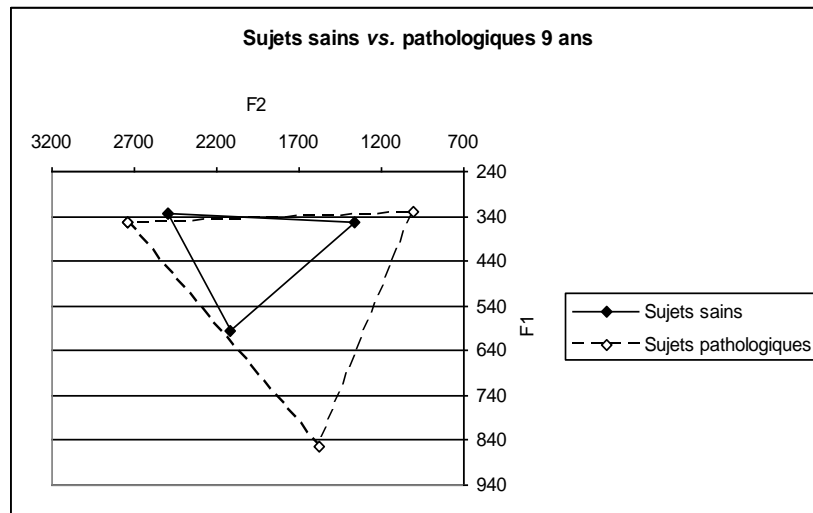


Figure 179 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] chez les deux groupes de locuteurs.

Le graphique ci-dessus (Figure 179) regroupe les deux triangles vocaliques des locuteurs sains et pathologiques établis à partir des moyennes des locuteurs pour chaque groupe. Les calculs des aires de ces triangles corroborent les résultats représentés sur le graphique : l'aire du triangle vocalique des locuteurs pathologiques est presque quatre fois plus grande que celle du triangle des locuteurs sains (Tableau 46).

Tableau 46 : Valeur d'aire des triangles vocaliques en contexte [t] de chaque groupe de locuteur.

Locuteurs	Aire (en Hz ²)
Sains	143.501
Pathos	448.815

Ces différences de valeurs entre locuteurs sains et locuteurs pathologiques peuvent être expliquées par plusieurs raisons :

(1) les locuteurs porteurs de fente palatine sur-articuleraient les voyelles afin de compenser leurs difficultés lors de la réalisation des consonnes ;

(2) L'aire plus importante du triangle vocalique chez les sujets pathologiques pourrait être liée à la durée des voyelles qui serait peut-être plus longues chez ces mêmes locuteurs ;

Une coarticulation plus importante chez les locuteurs sains pourrait également expliquer le fait que l'aire du triangle vocalique soit réduite chez ces derniers par rapport aux locuteurs pathologiques.

Nous allons tenter de répondre à ces différentes hypothèses en vérifiant, dans un premier temps, les différences de durée des voyelles chez les deux groupes de locuteurs, puis, dans un second temps au niveau de la coarticulation.

Durées

Il apparaît sur le graphique ci-dessous (Figure 180) que les valeurs de durées sont plus faibles ou quasiment égales chez les locuteurs pathologiques par rapport aux locuteurs sains (respectivement 37 ms *vs.* 43 pour [i] et 109 ms et 107 ms pour le [a]. Pour le [u], la tendance est inverse (65 ms pour les sujets sains et 77 ms pour les sujets pathologiques), mais la différence n'est pas significative (les écarts types sont de 5 ms chez les sujets sains et 11 ms chez les sujets pathologiques). Ce n'est donc pas ce paramètre qui a entraîné une hausse de l'aire du triangle vocalique.

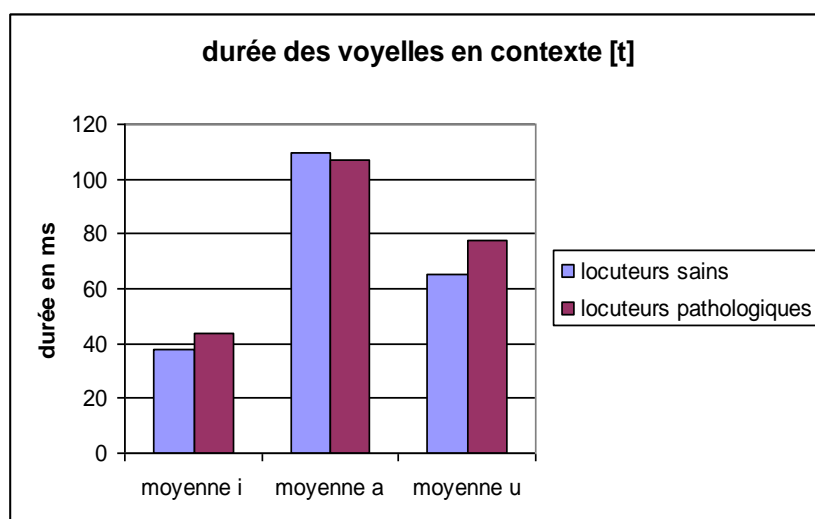


Figure 180 : Moyennes des durées des voyelles en contexte [t] chez les deux groupes de locuteurs.

VII.2.1.2. Contexte [d]

Notre analyse du cadre [d] révèle les mêmes tendances. Ainsi, le graphique ci-dessous montre des réalisations plus ciblées pour les locuteurs sains par rapport aux locuteurs pathologiques (*cf.* Figure 181), où l'on constate une variabilité remarquable. Nous donnons un commentaire détaillé de ces deux figures en annexe (Annexe 7).

Les deux graphiques ci-dessous (Figures 181 et 182) permettent d'observer la dispersion des points correspondant aux valeurs de F1 et F2 pour chaque locuteur.

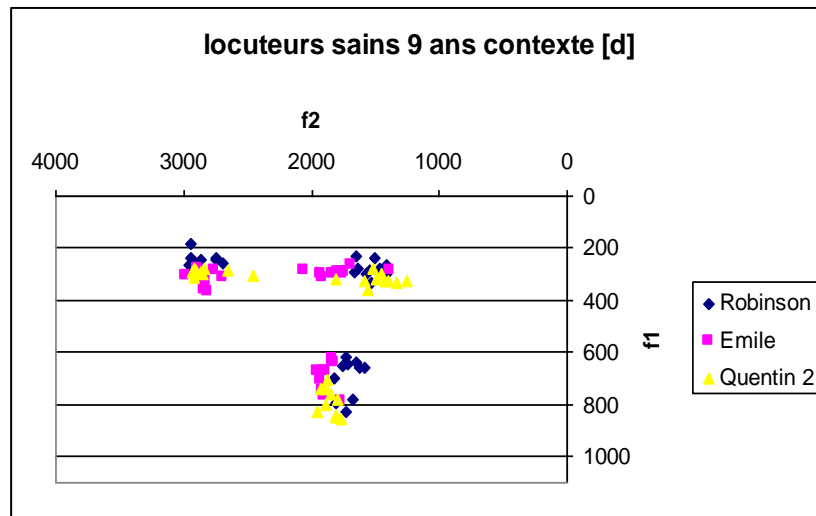


Figure 181 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [t] chez les trois locuteurs pathologiques âgés de 9 ans.

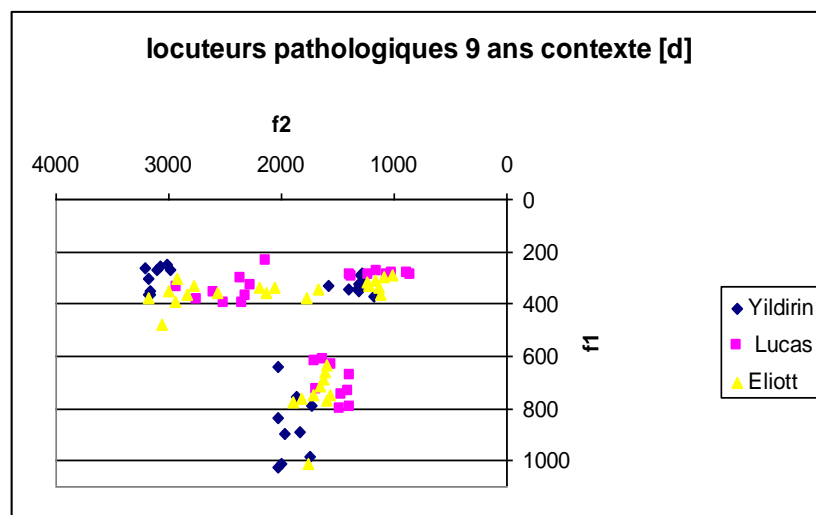


Figure 182 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [t] chez les trois locuteurs pathologiques âgés de 9 ans.

Comme pour le contexte [t], nous voyons ici dans le graphique ci-dessous, (Figure 183) que la différence de taille et donc d'aire des triangles vocaux est à nouveau évidente entre les deux groupes. Le triangle des locuteurs pathologiques est plus grand, avec une valeur de 329.480 Hz², que ceux des locuteurs de contrôle (216.055 Hz²).

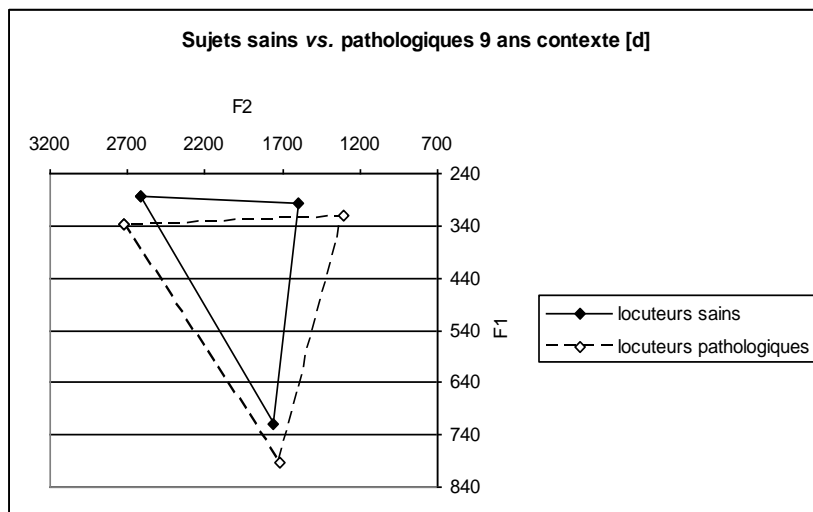


Figure 183 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] chez les deux groupes de locuteurs.

Tableau 47 : Valeurs d'aire des triangles vocaliques en contexte [d] de chaque groupe de locuteur.

Locuteurs	Aire (en Hz ²)
Sains	216.055
Pathos	329.480

Durées

Il ressort du graphique ci-dessous (Figure 184) que les valeurs de durées sont plus faibles ou quasiment égales chez les locuteurs pathologiques par rapport aux locuteurs sains (l'écart le plus grand est de 5 ms pour les durées du [a] ; la moyenne est de 161 ms chez les locuteurs sains et de 156 ms chez les locuteurs pathologiques. La différence n'est pas significative. Dans ce contexte aussi, ce n'est donc pas ce paramètre qui a entraîné une hausse de l'aire du triangle vocalique.

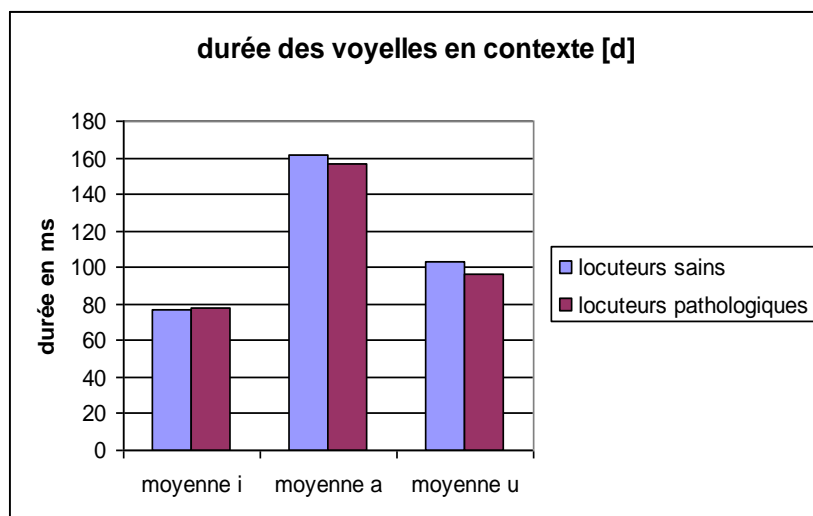


Figure 184 : Moyennes des durées des voyelles en contexte [d] chez les deux groupes de locuteurs.

Pour résumer

En contexte [t] comme en contexte [d], nous remarquons que :

(1) Le degré de variabilité inter et intra locuteur est plus important chez les locuteurs atteints d'une fente palatine.

(2) Les trois voyelles extrêmes du triangle vocalique sont plus éloignées les unes des autres que chez les locuteurs sains ; la distance entre les valeurs de F1 et F2 de chaque voyelle est plus importante, indiquant un mouvement lingual plus prononcé chez les locuteurs porteurs d'une fente.

(3) L'aire du triangle vocalique des locuteurs pathologiques est plus grande que celle du triangle des locuteurs sains (presque 4 fois supérieure en contexte [t]).

(4) Les voyelles [a] et [u] ayant des durées similaires chez les deux groupes de locuteurs, ce paramètre ne permet pas d'expliquer le fait que le triangle vocalique soit plus important chez les locuteurs pathologiques.

Il semble que les locuteurs pathologiques aient recours à un phénomène de sur-articulation des voyelles en contexte de consonnes antérieures ([t] et [d]). Ce phénomène apparaît lors de la réalisation des trois voyelles extrêmes du triangle vocalique.

VII.2.1.3. Contexte [k]

Nous présentons deux graphiques (Figures 185 et 186) réunissant les valeurs de F1 et F2 des trois voyelles extrêmes du triangle vocalique en contexte [k] chez les locuteurs sains et pathologiques.

La variabilité intra-locuteur est assez faible chez les locuteurs de contrôle. La variabilité inter-individuelle est en revanche très forte pour le [u] (chez Robinson, Emile et Quentin 2, les moyennes et écarts types de F1 pour cette voyelle sont respectivement de 325 Hz et 28 Hz, 453 Hz et 16 Hz et 438 Hz et 35 Hz. Ces mêmes valeurs pour F2 sont de 781 Hz et 61 Hz, 1107 Hz et 156 Hz et 857 Hz et 96 Hz). Les valeurs de Robinson sont différentes de celles des deux autres locuteurs au niveau de F1, et celles d'Emile, au niveau de F2.

Notons qu'un des locuteurs, Emile, présente des valeurs de F1 similaires lors de la réalisation de [a] et de [u]. En effet, avec des moyennes de 499 Hz et 453 Hz pour le [a] et le [u] respectivement,

et des écarts type de 49 Hz et 16 Hz, les différences de valeurs de F1 entre les deux voyelles ne sont pas significatives.

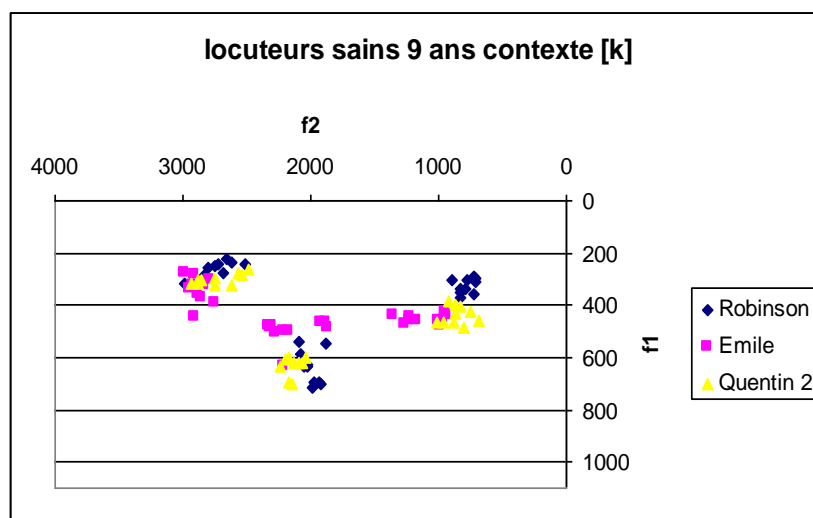


Figure 185 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [k] chez les trois locuteurs sains âgés de 9 ans.

Chez les locuteurs pathologiques, les trois voyelles sont à nouveau réalisées de façon plus extrême que chez les locuteurs de contrôle. Les valeurs de F1 ont, en effet, des valeurs comprises entre 265 Hz et 463 Hz pour la production de [i] et [u] et 624 Hz et 1103 Hz pour le [a]. Les valeurs de F2 vont de 528 Hz à 3167 Hz chez les locuteurs pathologiques, tandis que les valeurs de F1 sont comprises entre 225 Hz et 805 Hz pour [i] et [u] et 469 Hz et 714 Hz pour le [a], et les valeurs de F2 entre 724 Hz et 2963 Hz. De plus, la variabilité intra et inter-individuelle est également plus importante chez ce groupe de locuteurs, particulièrement pour le [a] (Figure 186).

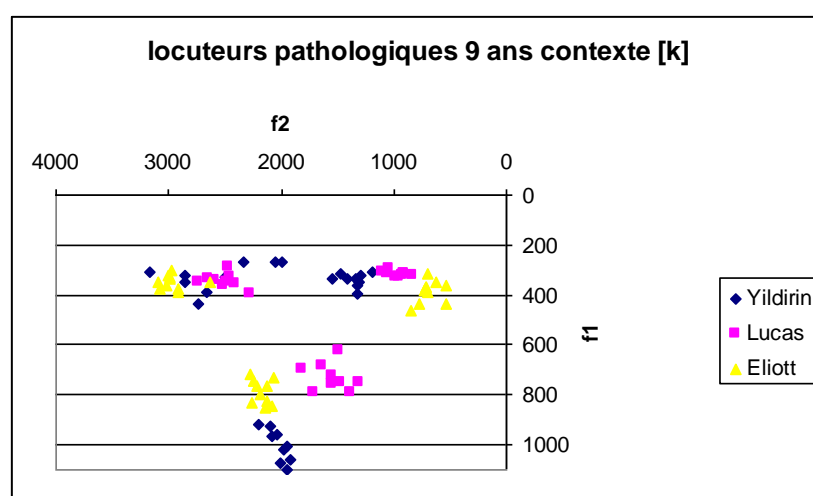


Figure 186 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [k] chez les trois locuteurs pathologiques âgés de 9 ans.

Le graphique ci-dessous (Figure 187) nous permet de comparer le triangle vocalique des locuteurs pathologiques à celui des locuteurs de contrôle (triangles réalisés à partir des valeurs moyennes des locuteurs de chaque groupe). Ainsi, il est évident que l'aire du triangle vocalique des locuteurs pathologiques est plus étendue que celui pour les locuteurs de contrôle (avec une aire de 419 KHz² vs. 210 KHz² pour les sujets sains).

C'est principalement le [a] qui est réalisé avec une aperture plus grande ; il s'agit sans doute de la voyelle la plus facile à réaliser pour le groupe pathologique : le [a] est en effet une voyelle de grande aperture, ce qui rend inutile un mouvement de langue vers la zone opérée. Nous reprenons ainsi notre hypothèse selon laquelle les enfants porteurs de fente palatine sur-articuleraient les voyelles, plus particulièrement encore lorsqu'elles sont en contact avec des occlusives non voisées qui semblent être les plus difficiles à réaliser pour ces derniers. Rappelons que cette difficulté dans la réalisation des occlusives non voisées provient d'un contact entre la langue et le palais qui n'est pas suffisamment étanche. Cela a pour conséquence le non amortissement du signal glottique, donnant un délai d'arrêt du voisement (VTI) remarquablement long, qui dans certains cas, peut occuper complètement l'intervalle consonantique obstruent.

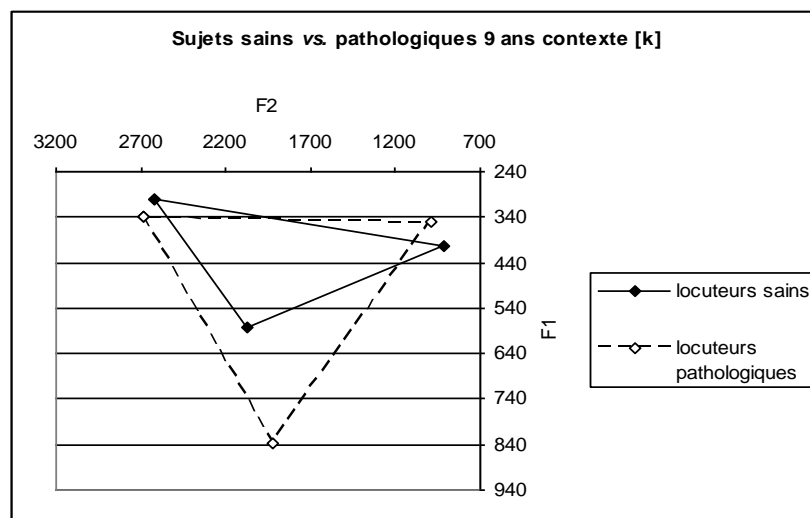


Figure 187 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] chez les deux groupes de locuteurs.

Tableau 48 : Valeurs d'aire des triangles vocaliques en contexte [k] de chaque groupe de locuteurs.

locuteurs	Aire (en Hz ²)
Sains	210.330
Pathos	419.811

Les durées des voyelles des locuteurs dans les deux groupes nous permettent de vérifier que ce n'est pas ce facteur qui influence la taille des triangles vocaliques. En effet, les durées sont

quasi-similaires chez les locuteurs sains et les locuteurs de contrôle (environ 4 ms de différence pour [i] et [u] par exemple et un maximum de 7 ms d'écart entre les locuteurs sains (87 ms) et les locuteurs pathologiques (75 ms)) (cf. Figure 188).

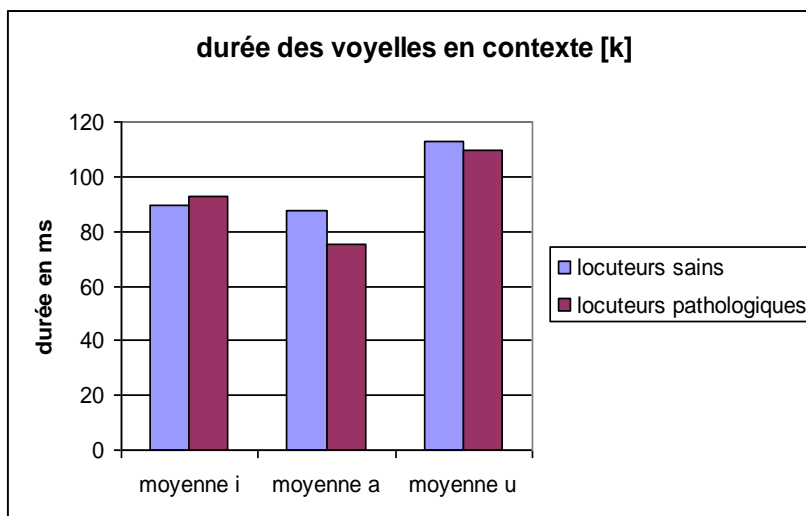


Figure 188 : Moyennes des durées des voyelles en contexte [d] chez les deux groupes de locuteurs.

VII.2.1.4. Contexte [g]

En contexte [g] nous constatons comme en contexte [d] que le degré de variabilité intra et inter individuel est plus important chez les locuteurs pathologiques par rapport aux locuteurs sains. Cela est illustré par les deux graphiques ci-dessous (Figures 189 et 190). Ces graphiques sont détaillés en annexe (Annexe 7).

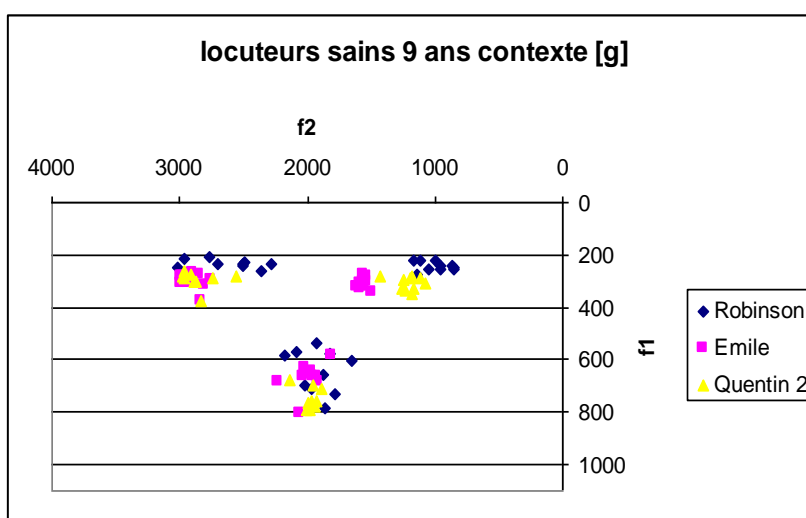


Figure 189 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [g] chez les trois locuteurs sains âgés de 9 ans.

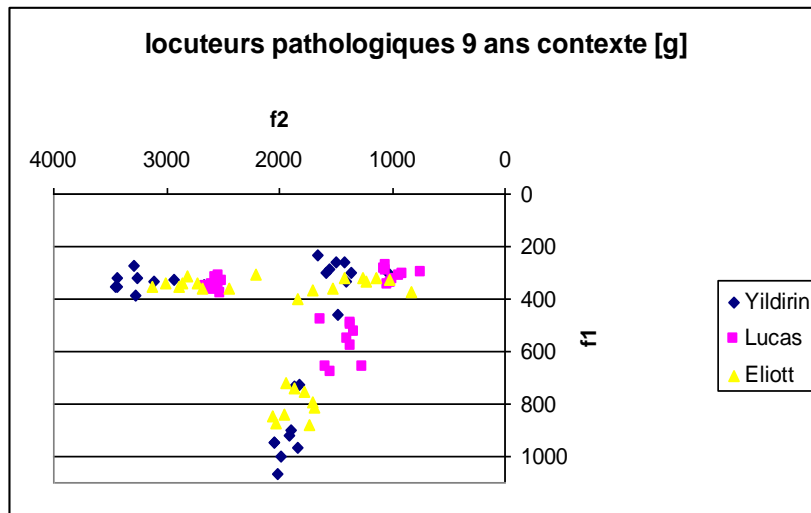


Figure 190 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [g] chez les trois locuteurs pathologiques âgés de 9 ans.

La comparaison des triangles vocaliques de chaque groupe de locuteurs (Figure 191) nous permet de constater que le triangle vocalique est plus grand chez les locuteurs pathologiques (347.718 Hz^2 pour les locuteurs pathologiques *vs.* 231.376 Hz^2 pour les locuteurs sains). Cela est principalement lié à la production du [i] et du [a], plus extrêmes au niveau du lieu d'articulation par rapport aux locuteurs sains chez les locuteurs pathologiques. En revanche, le [u] est produit de façon similaire chez les sujets porteurs de fente palatine et les locuteurs sains.

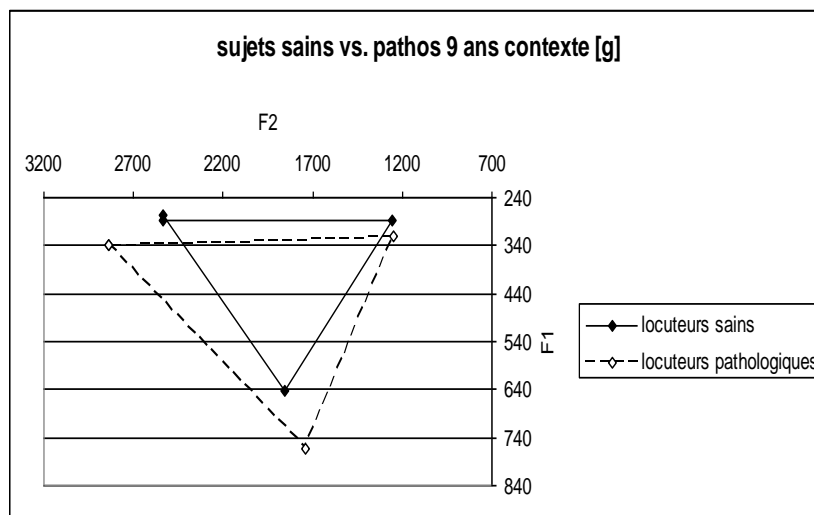


Figure 191 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] chez les deux groupes de locuteurs.

Tableau 49 : Valeurs d'aire des triangles vocaliques en contexte [g] de chaque groupe de locuteur.

Locuteurs	Aire (en Hz^2)
Sains	231.376
Pathos	347.718

Le graphique ci-dessous (Figure 192), qui indique les valeurs de durées des voyelles des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques en contexte [g], nous renseigne sur le fait que la taille du triangle vocalique n'est pas liée au paramètre de durée des voyelles. En effet, celles-ci ont des durées plus petites chez les locuteurs pathologiques par rapport aux locuteurs sains, excepté pour la voyelle [i] ; signalons cependant que la différence n'est pas significative (17 ms d'écart entre les deux locuteurs avec un écart type de 24 ms pour les locuteurs pathologiques.)

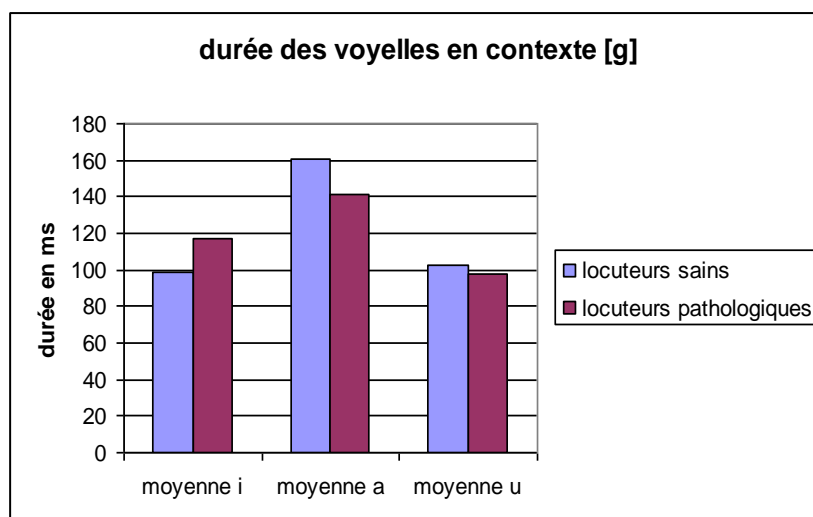


Figure 192 : Moyennes des durées des voyelles en contexte [g] chez les deux groupes de locuteurs.

Pour résumer

Notre étude analytique des voyelles en contexte consonantique vélaire ([k] et [g]) nous a permis de souligner les points suivants :

(1) Le degré de variabilité inter et intra locuteur est plus important chez les locuteurs atteints d'une fente palatine, surtout pour le [a] en contexte [k].

(2) En contexte [g], le [i] est produit dans des régions similaires chez les deux groupes de locuteurs, mais les voyelles [u] et [a] sont prononcées de façon plus extrême (c'est-à-dire avec un mouvement linguale plus abouti) chez les locuteurs pathologiques par rapport aux locuteurs sains.

(3) En contexte [g], le [i] et le [u] sont produits dans des régions similaires chez les deux groupes de locuteurs ; les valeurs de F1 et F2 sont en effet regroupées dans les mêmes zones, traduisant des lieux d'articulation similaires.

(4) L'aire du triangle vocalique des locuteurs pathologiques est plus grande que celle du triangle des locuteurs sains alors que les valeurs de durées des voyelles sont similaires dans les deux groupes. Cela va dans le sens d'une sur-articulation des voyelles de la part des locuteurs porteurs de fente.

(5) Les trois voyelles ont des durées similaires chez les deux groupes de locuteurs ; ce paramètre ne permet donc pas d'expliquer pourquoi le triangle vocalique est plus important chez les locuteurs pathologiques.

(6) En contexte de consonne voisée, il semblerait que la position de la langue soit plus élevée chez les locuteurs sains dans la cavité buccale pour la production des voyelles de petite ouverture par rapport aux locuteurs pathologiques. En contexte [g] et [d], les valeurs de F1 sont en effet plus petites chez les locuteurs de contrôle par rapport aux locuteurs porteurs de fente, indiquant un degré d'aperture plus petit.

(7) En contexte de consonne non voisée, il semble que les locuteurs atteints d'une fente palatine ont tendance à exagérer l'aperture du [a]. Toutes les voyelles sont produites de façon plus extrême en contexte [t], mais en contexte vélaire, seule l'articulation du [a] entraîne l'agrandissement de l'aire du triangle.

Le graphique ci-dessous (Figure 193) montre que la dispersion des valeurs de F1/F2 est nette pour les trois voyelles chez chacun des locuteurs, et pour tous les contextes confondus. En effet, il nous a été possible de tracer des lignes séparant les groupes de points correspondant à chacune des voyelles.

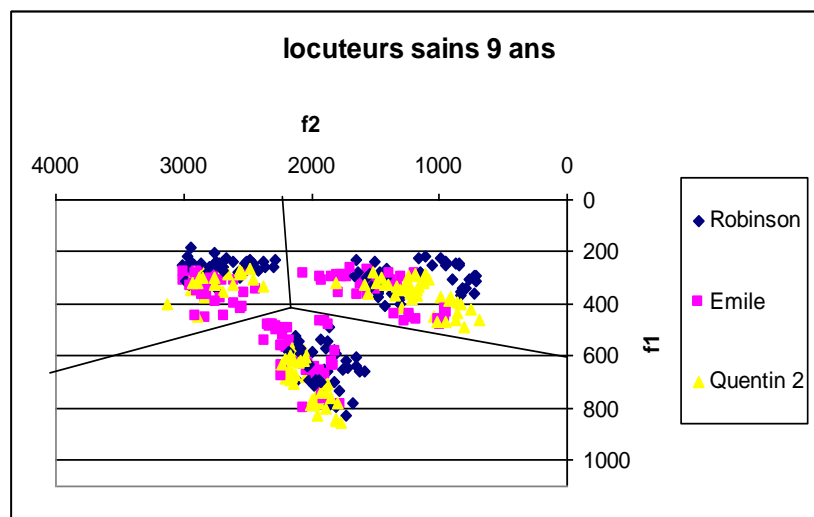


Figure 193 : Valeurs de F1 et F2 des trois voyelles dans les 4 contextes consonantiques chez les locuteurs sains âgés de 9 ans.

Malgré le fait que les voyelles soient plus excentrées chez les locuteurs pathologiques, il est plus difficile de délimiter les zones de production par rapport aux locuteurs de contrôle. Cela est dû à la variabilité, bien plus élevée chez les locuteurs pathologiques (*cf.* Figure 194). Les zones cibles seraient donc plus précises chez les locuteurs de contrôle.

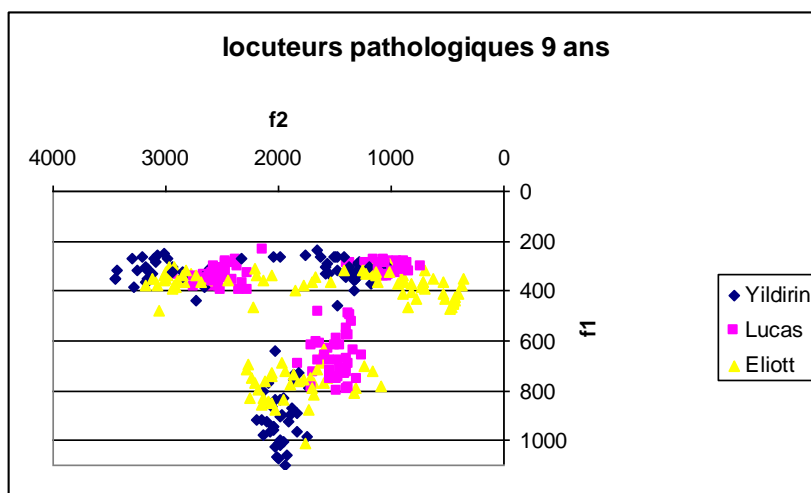


Figure 194 : Valeurs de F1 et F2 des trois voyelles dans les 4 contextes consonantiques chez les locuteurs pathologiques âgés de 9 ans.

Les locuteurs porteurs d'une fente palatine ont des aires de triangles vocaliques plus élevées que celles des locuteurs de contrôle et plus particulièrement en contexte de consonnes non voisées (l'aire du triangle vocalique est de 143.501 Hz² et 448.815 Hz² chez les locuteurs sains et les locuteurs pathologiques respectivement en contexte [t] et de 210.330 Hz² et 419.811 Hz² en contexte [k]). Rappelons que ces consonnes non voisées sont plus difficiles à produire pour ces locuteurs (nous avons vu dans l'expérience 1 qu'aucun d'entre eux ne parvient à produire un silence acoustique), cela peut révéler une compensation de la consonne, par une sur-articulation des voyelles. Le graphique ci-dessous (Figure 195) illustre ces propos.

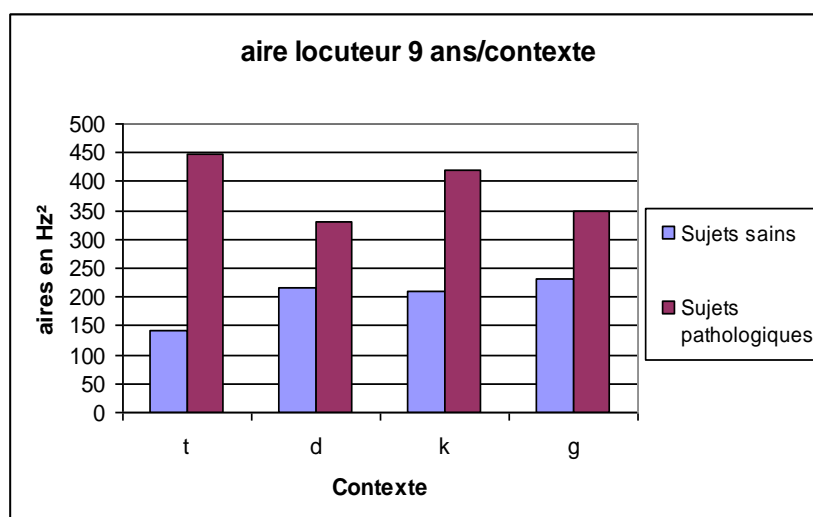


Figure 195 : Moyennes des durées des aires des triangles vocaliques dans les différents contextes consonantiques chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques, âgés de 9 ans.

Pour conclure

Rappelons en premier lieu que, considérant le faible nombre de locuteurs, les résultats et les remarques ne peuvent correspondre qu'à des tendances, aucune affirmation générale ne pouvant être énoncée.

La différence en fonction des contextes consonantiques s'effectue plutôt sur une base de consonne occlusive non voisée *vs.* voisée que sur l'opposition de lieu d'articulation antérieure/postérieure.

En effet, le comportement des voyelles est différent en contexte de consonnes non voisées et en contexte de consonnes voisées. Nous pouvons constater que le triangle a la même configuration chez les deux groupes de locuteurs, même s'il reste plus grand chez les locuteurs pathologiques, dans tous les cas.

De plus, la différence d'aire entre les triangles des locuteurs pathologiques et ceux des locuteurs sains est largement plus importante en contexte de consonnes non voisées (quasiment deux fois plus importante, alors qu'elle n'est qu'un tiers plus grande en contexte de consonne voisée).

Le fait que les locuteurs pathologiques sur-articuleraient la production des voyelles, en forme de compensation à la mauvaise production des consonnes, irait dans le sens qu'ils ont davantage de difficultés à produire les consonnes non voisées. Cela confirme le fait que les locuteurs présentent davantage de difficultés à produire les consonnes non voisées ; ils sur-articulent alors la production des voyelles en forme de compensation.

Notons qu'en contexte de consonnes voisées, les locuteurs de contrôle ont toujours un F2 plus élevé pour les voyelles de petite aperture, ce qui laisse penser que la langue serait dans une position plus haute dans la cavité buccale par rapport aux sujets pathologiques. Ces derniers restent constants quel que soit le contexte consonantique.

Retenons encore que les zones cibles sont plus précises chez les locuteurs de contrôle par rapport aux locuteurs atteints d'une fente palatine.

VII.2.2. Locuteurs sains *vs.* pathologiques 12 ans

Nous présentons ici les résultats des locuteurs âgés de 12 ans. Pour cette analyse encore nous parlerons en termes de tendances étant donné que les groupes de sujets ne sont constitués que de deux locuteurs. De plus, les deux locuteurs pathologiques ayant deux types de fentes (l'un est porteur d'une fente unilatérale simple, tandis que l'autre a une fente bilatérale totale), nous verrons que nous sommes contraints de séparer leurs résultats afin de relater au mieux les valeurs de chaque cas.

VII.2.2.1. Contexte [t]

Le graphique ci-dessous (Figure 196) montre une faible variabilité des valeurs formantiques de F1/F2, tant pour les données intra- que inter-individuelles. En effet, seules les valeurs de F2 du [i] varient entre les deux locuteurs. En contexte consonantique [t], chez les locuteurs pathologiques, la répartition des valeurs est clairement définie pour chacune des trois voyelles.

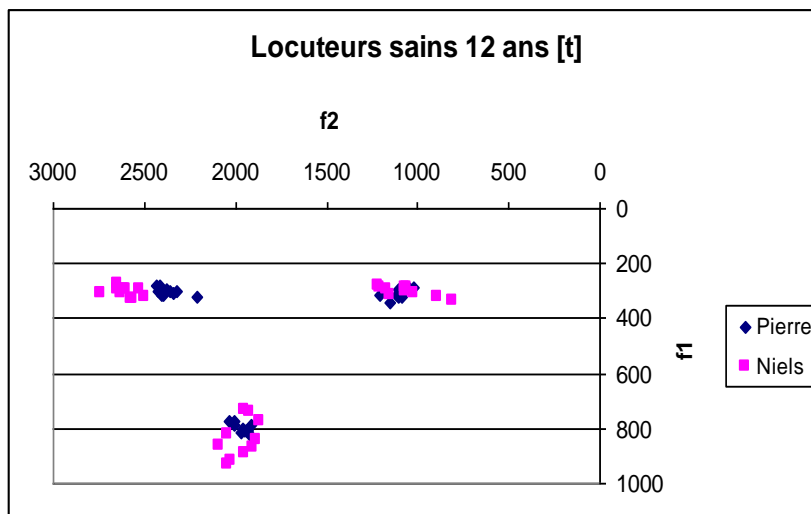


Figure 196 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [g] chez les locuteurs pathologiques âgés de 12 ans.

Les valeurs d'écart types sont assez faibles ; par exemple, lors de la production du [a], ils sont de 53 Hz et 61 Hz respectivement pour F1 et F2, pour des moyennes de 819 Hz et 1965 Hz. Ces valeurs d'écart type sont bien plus importantes chez les locuteurs porteurs de fente ; pour la même voyelle, les valeurs sont de 204 Hz et 117 Hz respectivement pour F1 et F2, avec des moyennes de 805 Hz et 1789 Hz (cette variabilité inter-locuteur, importante plus spécifiquement pour le [a] chez ces locuteurs est visible sur la Figure 197).

Chez les locuteurs pathologiques, tel que nous l'avons énoncé *supra*, la répartition des valeurs est différente selon le locuteur. En effet, nous pouvons constater que le locuteur porteur d'une fente labio-palatine simple présente des points plus rapprochés les uns des autres par rapport au locuteur atteint d'une fente labio-palatine bilatérale totale. Chez Nicolas, le [a] est produit avec une ouverture plus petite (les valeurs de F1 étant plus basses) et le [u] il est plus antérieur (étant donné que les valeurs de F2 sont plus élevées) par rapport au locuteur Cyril. Seule l'articulation du [i] est comparable chez les deux locuteurs.

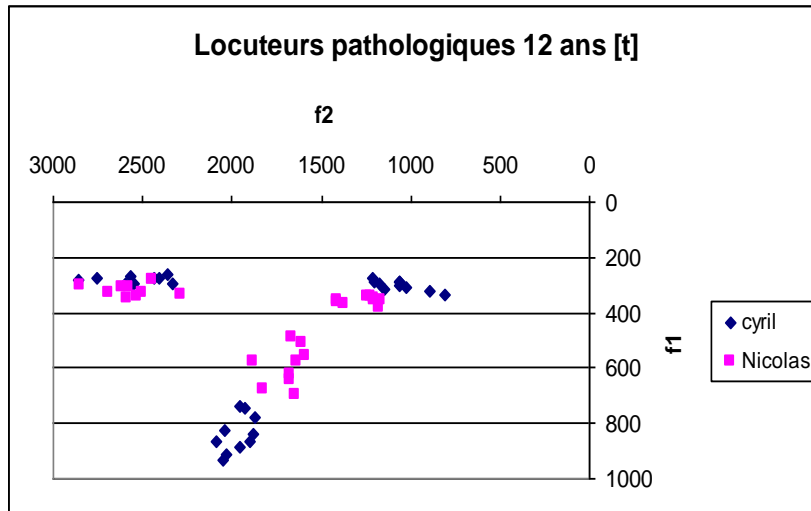


Figure 197 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [g] chez les locuteurs pathologiques âgés de 12 ans.

Le graphique ci-dessous (Figure 198) est réalisé à partir des moyennes des locuteurs de chaque groupe. Il montre un triangle qui a une aire plus importante chez les locuteurs sains (361 KHz² chez les sujets sains *vs.* 283 KHz² chez les sujets pathologiques). Cependant, les deux locuteurs pathologiques ayant des résultats très différents, nous avons trouvé plus judicieux de les séparer et de ne rendre compte que des moyennes intra-locuteur.

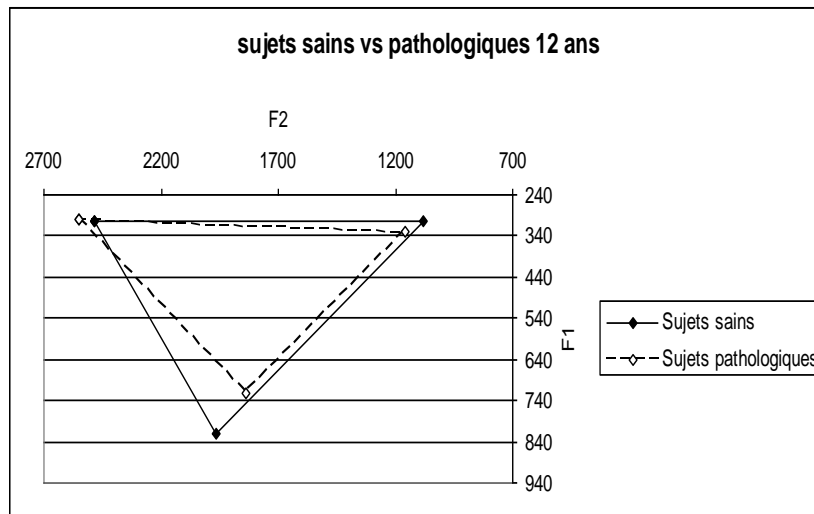


Figure 198 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i], [a] et [u] chez les deux groupes de locuteurs.

Le tableau ci-dessous (Tableau 50) révèle que l'aire du triangle vocalique est plus large pour les locuteurs pathologiques par rapport à celle des locuteurs sains. Celle-ci est principalement liée aux valeurs de F1 plus faibles pour l'un des deux locuteurs pathologiques. Voici donc les résultats présentés séparément :

Tableau 50: Valeurs d'aire des triangles vocaliques en contexte [t] de chaque groupe de locuteur.

locuteurs	Aire (en Hz ²)	
sains	361.456	
Patho 1 (CN) : FLP Uni. Simple	135.543	Moyenne : 283.975
Patho 2 (JC) : FLP Bil. Totale	405.529	

Les valeurs présentées dans le Tableau 50, ci-dessus, révèlent que les valeurs de l'aire du triangle vocalique des locuteurs sains sont très proches de celles de l'aire du triangle vocalique d'un des deux locuteurs pathologiques (respectivement 361.456 Hz² et 405.529 Hz²). En revanche, le locuteur ayant une fente labio-palatine unilatérale simple a une aire très largement plus petite par rapport aux deux autres (135.543 Hz).

Cela est représenté sur le graphique (Figure 199) ci-dessous :

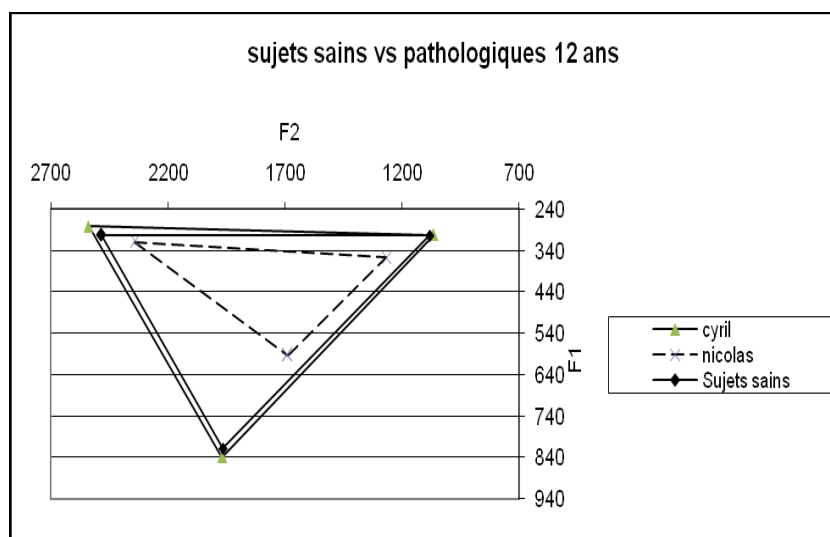


Figure 199 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques.

Observons les valeurs des durées afin de vérifier si celles-ci peuvent être à l'origine de cette différence (cf. Figure 200).

Hormis la durée du [a] qui est plus élevée chez les locuteurs sains par rapport aux locuteurs pathologiques (123 ms *vs.* 94 ms), les durées sont relativement similaires pour les deux autres voyelles (entre 3 ms et 5 ms d'écart), chez les deux groupes de locuteurs.

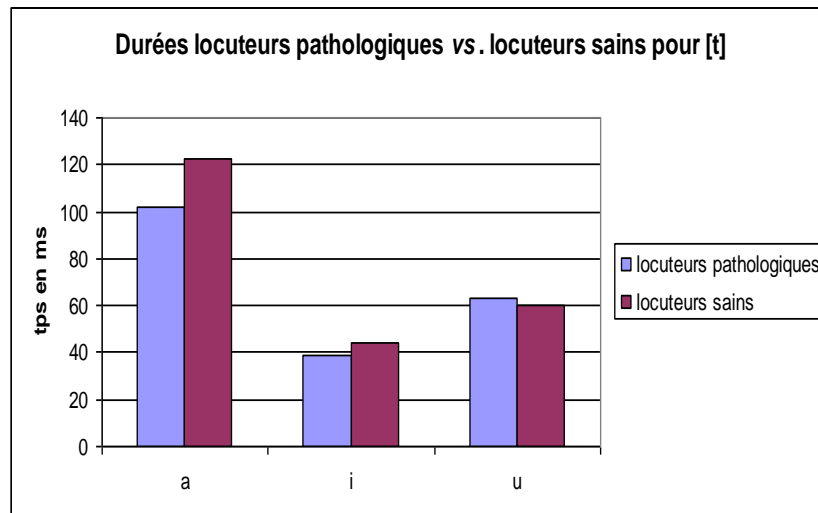


Figure 200 : Moyennes des durées des voyelles en contexte [t] chez les deux groupes de locuteurs âgés de 12 ans.

Pour les mêmes raisons que précédemment, nous séparons les valeurs de durée des deux locuteurs pathologiques :

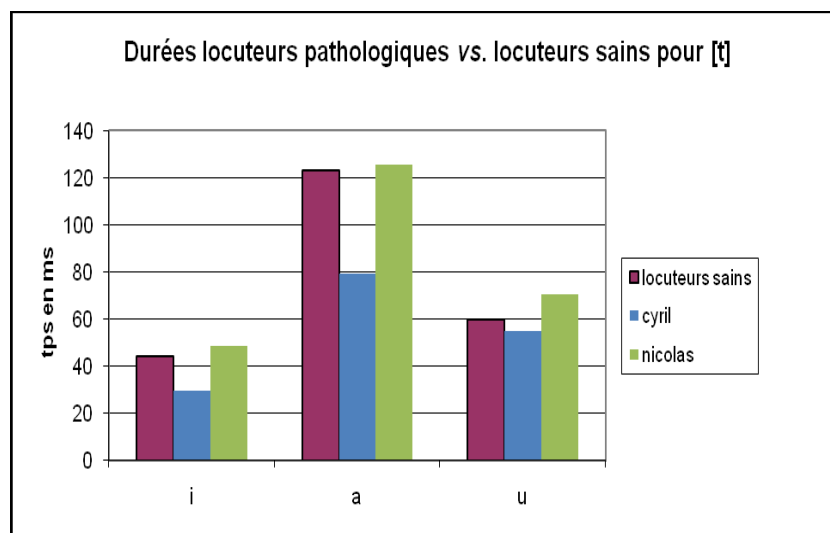


Figure 201 : Moyennes des durées des voyelles en contexte [t] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques, âgés de 12 ans.

Les valeurs de durées sont très révélatrices, dans la mesure où celles des locuteurs sains sont comparables (avec un maximum de 11 ms d'écart pour le [u]) à celles du locuteur Nicolas, dont le triangle vocalique était plus petit que celui des locuteurs sains. Ce paramètre n'est donc pas lié à une différence de durée.

Les différences de taille des triangles vocaliques pourraient ainsi être attribuées aux différents types de fente : les valeurs présentées ici sont celles des voyelles produites en contexte [t], autrement dit la zone opérée chez ce locuteur. Cela peut expliquer qu'il ait moins d'amplitude dans le mouvement de sa langue à l'intérieur de la cavité buccale. Chez le locuteur Cyril, toutes les zones (antérieures et postérieures) des deux côtés du palais ont été opérées. On peut donc émettre l'hypothèse que ce dernier s'est davantage habitué aux perturbations liées aux cicatrices pour

déployer les mécanismes de compensation adéquats le rapprochant des stratégies articulatoires des sujets sains.

En revanche, chez le locuteur Cyril, nous constatons que les valeurs des durées sont plus petites, surtout pour le [i] (29 ms) et le [a] (79ms), par rapport aux locuteurs sains (44 ms pour [i] et 122 ms pour [a]) (cf. Figure 201), ce qui peut entraîner une réduction de l'aire du triangle vocalique.

Si nous observons les durées totales des segments, nous constatons que celles-ci sont significativement plus courtes chez Cyril (de 150 à 250 ms de moins). Cette observation nous permet de déduire que ce locuteur a une vitesse d'élocution plus rapide par rapport aux autres locuteurs.

Nous pouvons inférer de ces résultats que, si ce locuteur avait eu une vitesse d'élocution comparable à celle des locuteurs sains, son espace vocalique aurait été plus grand, révélant ainsi une sur-articulation des voyelles chez ce locuteur, comparé aux locuteurs sains.

Pour résumer

En contexte [t], nous remarquons que :

(1) Le degré de variabilité inter et intra locuteur est plus important chez les locuteurs atteints d'une fente palatine.

(2) Les trois voyelles extrêmes du triangle vocaliques sont moins éloignées chez un des locuteurs pathologique, et probablement davantage chez l'autre, par rapport aux locuteurs sains.

(3) L'aire du triangle vocalique d'un des locuteurs pathologiques est plus petite que celle du triangle des locuteurs sains. Mais l'aire du triangle vocalique de l'autre locuteur pathologique est similaire, et serait probablement plus grande à une même vitesse d'élocution.

(4) Les voyelles ont des durées similaires chez les locuteurs sains et Nicolas, locuteur porteur d'une fente labio-palatine unilatérale simple. Ce paramètre ne permet pas d'expliquer le fait que le triangle vocalique soit plus petit chez ce locuteur. En revanche, les durées des séquences totales sont plus petites chez le locuteur ayant une aire du triangle vocalique comparable à celle des locuteurs sains ; cela peut signifier qu'à une même vitesse d'élocution, le locuteur pathologique aurait une aire de triangle plus élevée.

Les résultats étant très disparates, il est difficile de tirer des conclusions généralisables. Nous rappelons simplement que le locuteur ayant une fente de type 3 (fente labio-palatine unilatérale simple) a un triangle plus petit que les locuteurs sains, qui auraient eux même un triangle certainement plus petit que le locuteur de type 4 (fente labio-palatine bilatérale totale) à une vitesse d'élocution similaire.

VII.2.2.2. Contexte [d]

Nous pouvons voir sur le graphique ci-dessous (Figure 202) que la dispersion des valeurs de F1 et F2 est sensiblement la même pour les deux locuteurs sains lors de la production des voyelles de petite aperture. En effet, les moyennes formantiques de F1 et de F2 pour ces deux voyelles sont respectivement de 305 Hz et 2634 Hz pour le [i], avec des écarts type de 19 Hz et de 91 Hz, et de 313 Hz et de 1556 Hz pour le [u], avec des écarts type de 26 Hz et de 124 Hz.

En revanche, l'écart type relatif à la moyenne des formants F1 pour la réalisation du [a] est plus élevé, puisqu'il atteint 100 Hz (cet écart type est de 79 Hz pour F2), pour des moyennes de 825 Hz pour F1 et de 1715 Hz pour F2.

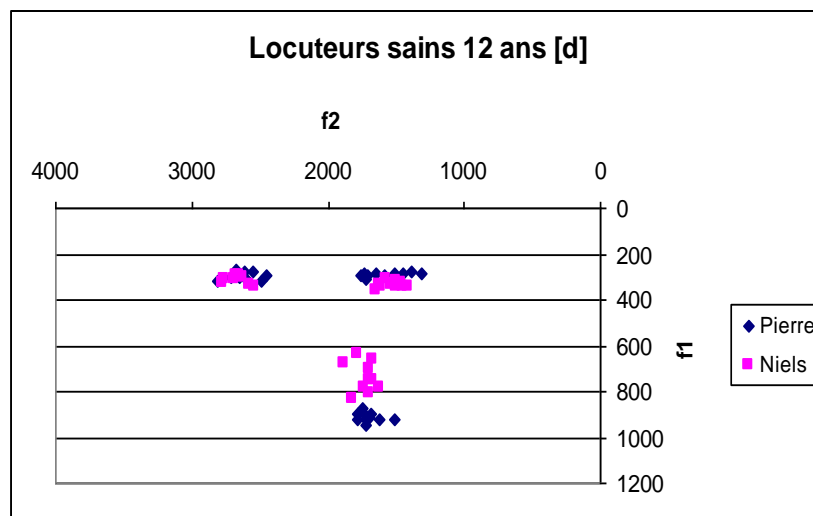


Figure 202 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [d] chez les locuteurs sains âgés de 12 ans.

La distribution des valeurs de F1 et F2 au niveau du triangle est très différente chez chaque locuteur pathologique. Effectivement, nous pouvons constater que les variabilités intra et interlocuteurs sont élevées chez ce groupe de locuteurs (*cf.* Figure 203).

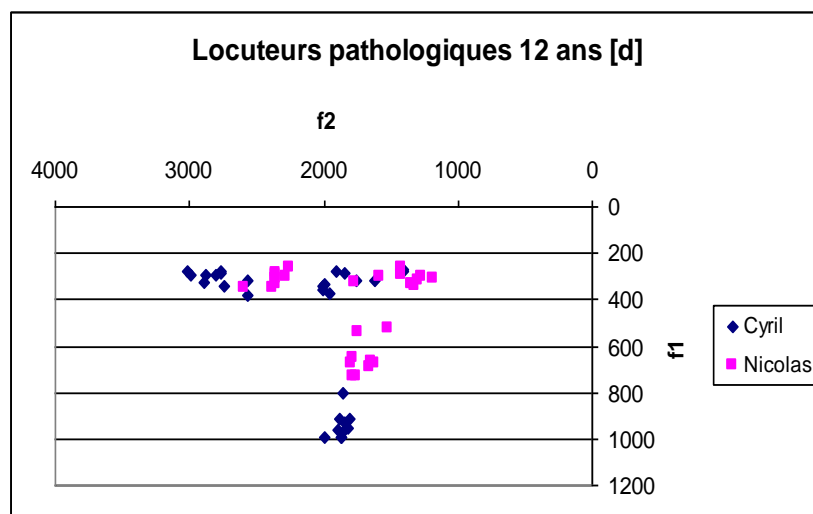


Figure 203 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [d] chez les locuteurs pathologiques âgés de 12 ans.

Le tableau ci-dessous (Tableau 51) regroupe les valeurs des aires des triangles vocaliques des sujets sains, de chaque locuteur pathologique. Ainsi, ces valeurs révèlent que l'aire du triangle est plus petite pour le locuteur pathologique ayant une fente palatine simple unilatérale, tandis que le locuteur porteur d'une fente palatine bilatérale totale a la plus grande valeur d'aire avec 375.322 Hz². Les locuteurs sains ont un triangle vocalique de taille intermédiaire, avec une aire de 271.214 Hz².

Cela permet d'inférer une sur-articulation de la part du locuteur Cyril, et d'un phénomène de sous-articulation de la part de l'autre locuteur pathologique, Nicolas.

Tableau 51 : Valeurs d'aire des triangles vocaliques en contexte [d] de chaque groupe de locuteur.

Locuteurs	Aire (en Hz ²)	
Sains	271.214	
Patho 1 (CN) : FLP Uni. Simple	95.182	Moyenne : 195.938
Patho 2 (JC) : FLP Bil. Totale	375.322	

Le graphique ci-dessous regroupant les triangles vocaliques des différents locuteurs permet de rendre compte des différentes zones de production des voyelles chez chacun des locuteurs (Figure 204).

Ainsi, il est possible de savoir que le locuteur pathologique, Cyril, a des productions plus antérieures (puisque les valeurs de F2 sont plus élevées) par rapport aux locuteurs sains et à l'autre locuteur pathologique, Nicolas. La même observation peut être effectuée entre les locuteurs sains et le locuteur Nicolas, qui a les valeurs de F2 les plus basses et donc les productions les plus postérieures. Celles du [i], surtout, sont articulées avec des valeurs de F2 proches des valeurs de F2 du [u] des autres locuteurs (2365 Hz pour le [i] de Nicolas et 1789 Hz pour le [u] chez Cyril).

Les mêmes différences sont constatées au niveau des valeurs de F1, reflétant les degrés d'aperture différents.

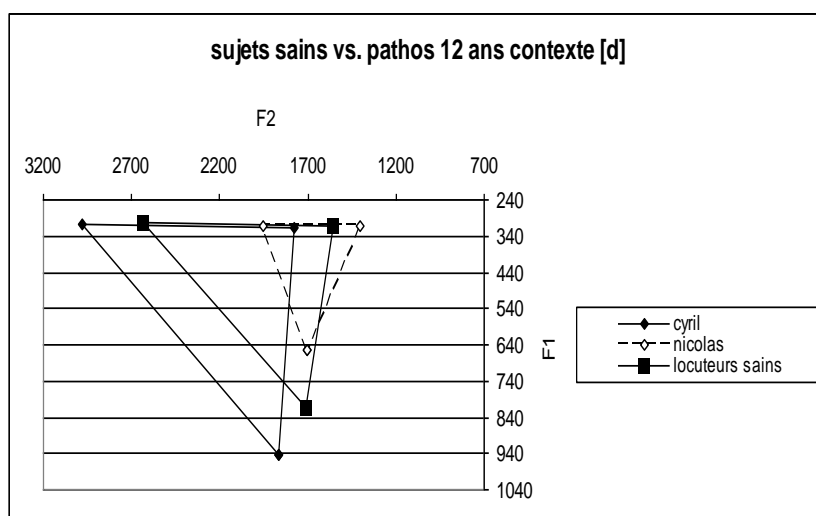


Figure 204 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i], [a] et [u] en contexte [d] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques.

L'observation des durées des voyelles permet de voir que la voyelle [i] est significativement plus courte chez le locuteur Nicolas par rapport aux locuteurs sains et au locuteur Cyril (avec des valeurs respectives de 166 ms, 131 ms et 114 ms) (*cf.* Figure 205). Cela pourrait expliquer les valeurs de F2 du [i] et du [u], très rapprochées chez ce locuteur.

En revanche, c'est ce même locuteur qui présente les valeurs de durée du [a] les plus élevées ; or le degré d'aperture est déjà faible pour cette voyelle chez ce locuteur.

Notons que ces différences de durées ne sont pas liées ici à la vitesse d'élocution ; il semble même que Cyril ait la vitesse d'élocution la plus rapide, avec une durée totale de la séquence de 621 ms, soit 120 ms de moins que Pierre et 160 ms de moins que Niels et Nicolas.

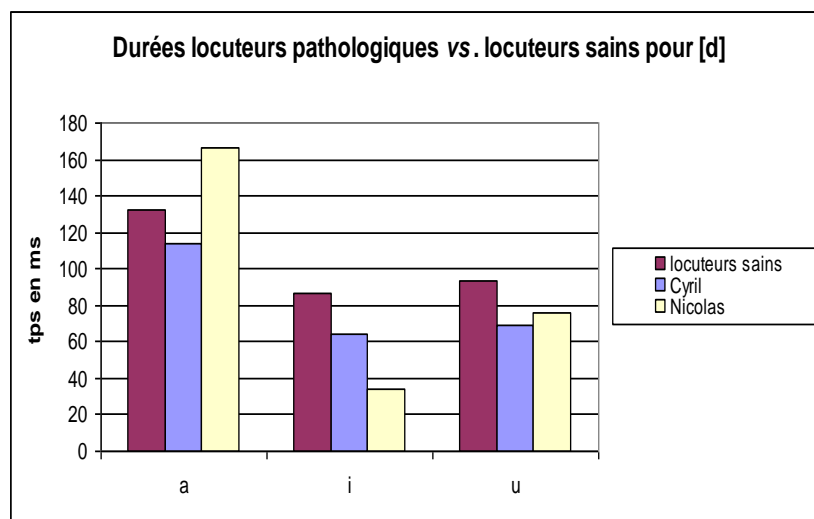


Figure 205 : Moyenne des durées des voyelles en contexte [d] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques, âgés de 12 ans.

Pour résumer

En contexte [d], nous notons que :

(1) Le degré de variabilité inter et intra locuteur est légèrement plus important chez les locuteurs atteints d'une fente palatine.

(2) La distance entre les différentes valeurs de F1 et F2 est très faible chez le locuteur pathologique atteint d'une fente palatine unilatérale simple, et, à l'inverse, très élevée chez le locuteur atteint d'une fente bilatérale totale. Les locuteurs sains présentent des valeurs intermédiaires.

(3) De ce fait, l'aire du triangle vocalique d'un des locuteurs pathologiques est plus petite que celle du triangle des locuteurs sains, tandis que le second locuteur pathologique présente une aire plus élevée du triangle vocalique que l'aire du triangle vocalique des locuteurs sains.

(4) Les voyelles sont généralement plus longues chez les locuteurs sains par rapport au locuteur porteur d'une fente bilatérale totale.

Le locuteur ayant une fente de type 3 (fente labio-palatine unilatérale simple) présente un triangle plus petit que les locuteurs sains, qui ont eux même un triangle plus petit que le locuteur ayant une fente de type 4 (fente labio-palatine bilatérale totale). Au regard des résultats, il semblerait que le locuteur pathologique de type 3 sous-articulerait les voyelles tandis que le locuteur de pathologique de type 4 aurait tendance, à l'inverse, à sur-articuler ces mêmes voyelles, en contexte [d], par rapport aux sujets sains. Les valeurs de durées peuvent cependant expliquer la réduction du triangle vocalique chez le locuteur pathologique de type 3.

VII.2.2.3. Contexte [k]

Observons à présent la distribution formantique des voyelles en contexte [k].

Le graphique ci-dessous (Figure 206) révèle une variabilité intra locuteur assez faible ; par exemple, Niels présente des moyennes de F1 et F2 respectivement de 466 Hz et 2006 Hz, avec des écarts-types respectifs de 61 Hz et 67 Hz pour la production du [a].

La variabilité inter-individuelle existe au niveau de F1 sur la production du [a] et du [u] ; Niels produit ces voyelles avec une aperture moindre par rapport à Pierre.

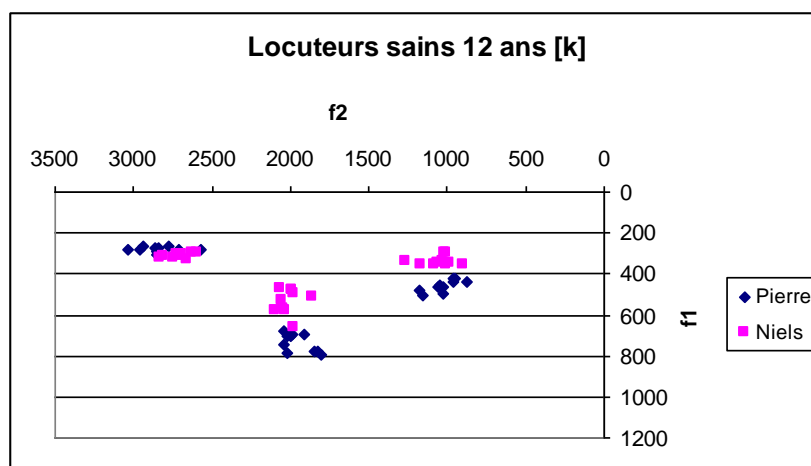


Figure 206 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i], [a] et [u] en contexte [k] chez les locuteurs de contrôle âgés de 12 ans.

La variabilité est plus élevée chez l'un des locuteurs, comme l'on peut le constater sur le graphique ci-dessous (Figure 205), où la dispersion des points est plus importante. En effet, le [a] est produit par Cyril avec des valeurs de F1 et F2 en moyenne de 796 Hz et 1929 Hz, et des écarts type respectivement de 129 Hz et 130 Hz.

Notons que contrairement aux locuteurs sains, la distinction entre les deux locuteurs pour la production du [u] se fait plutôt au niveau de F2 : le locuteur Nicolas articule cette voyelle de façon plus antérieure.

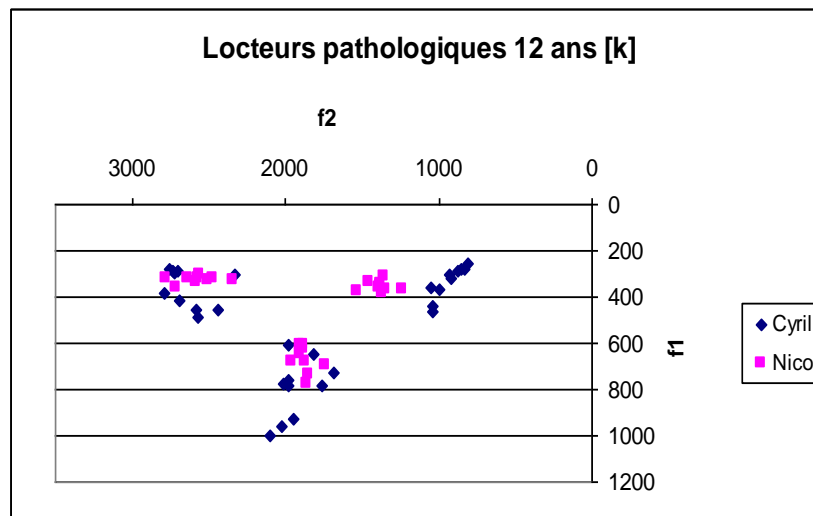


Figure 207 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i], [a] et [u] en contexte [k] chez les locuteurs pathologiques âgés de 12 ans.

Le tableau ci-dessous indique que les locuteurs sains présentent un triangle vocalique d'une aire intermédiaire aux deux locuteurs pathologiques. L'aire du triangle vocalique du locuteur porteur d'une fente labio-palatine bilatérale totale est quasiment deux fois plus importante que celle du locuteur porteur d'une fente labio-palatine unilatérale simple (Tableau 52). Il semblerait donc que, par rapport aux locuteurs sains, Cyril sur-articule les voyelles, tandis que Nicolas, au contraire, les sous-articulerait.

Tableau 52 : Valeurs d'aire des triangles vocaliques en contexte [k] de chaque groupe de locuteur.

locuteurs	Aire (en Hz ²)	
sains	251.758	
Patho 1 (CN) : FLP Uni. Simple	195.578	Moyenne : 210.876
Patho 2 (JC) : FLP Bil. Totale	376.679	

Le graphique ci-dessous (Figure 208), qui représente les triangles vocaliques des sujets sains et de chaque sujet pathologique, illustre cette sur-articulation de Cyril. Nous pouvons voir surtout la différence au niveau de l'aperture du [a], qui est plus petite chez les autres locuteurs.

En ce qui concerne le locuteur Nicolas, c'est surtout au niveau du [u] que se signale la différence : ce dernier est produit de manière plus antérieure par rapport aux autres locuteurs.

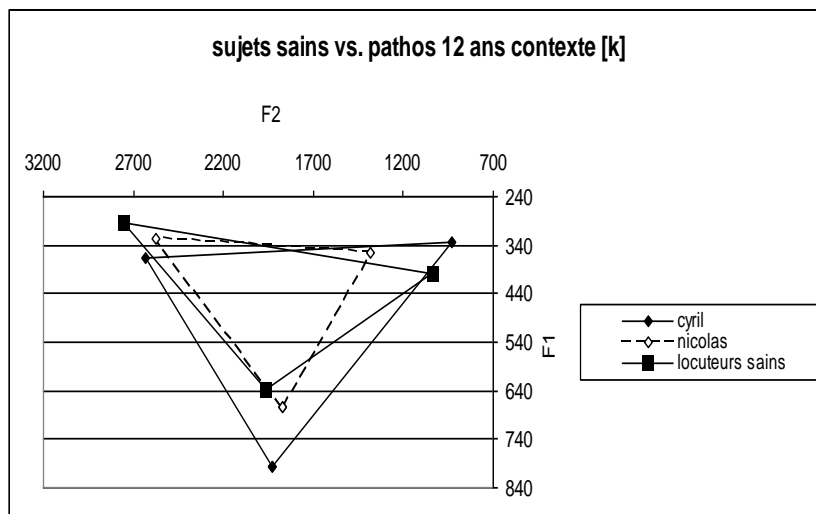


Figure 208 : Triangles vocaux des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [k] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques.

Les durées du [i] et [u] sont similaires chez les deux locuteurs pathologiques. En revanche, les durées sont plus élevées pour le [i] chez les locuteurs sains, par rapport aux locuteurs pathologiques, et plus petites pour le [u]. Cela pourrait expliquer que le triangle soit plus extrême pour la production du [i] (aperture très petite ; F1 de 295 Hz et production très antérieure ; F2 de 2753 Hz) (*cf.* Figure 209). En revanche, cela n'explique en rien les différences observées entre les deux locuteurs pathologiques.

Les locuteurs de contrôle présentent également les valeurs les plus élevées lors de la production du [a], alors que ce sont pourtant ces locuteurs qui produisent cette voyelle avec la plus petite aperture.

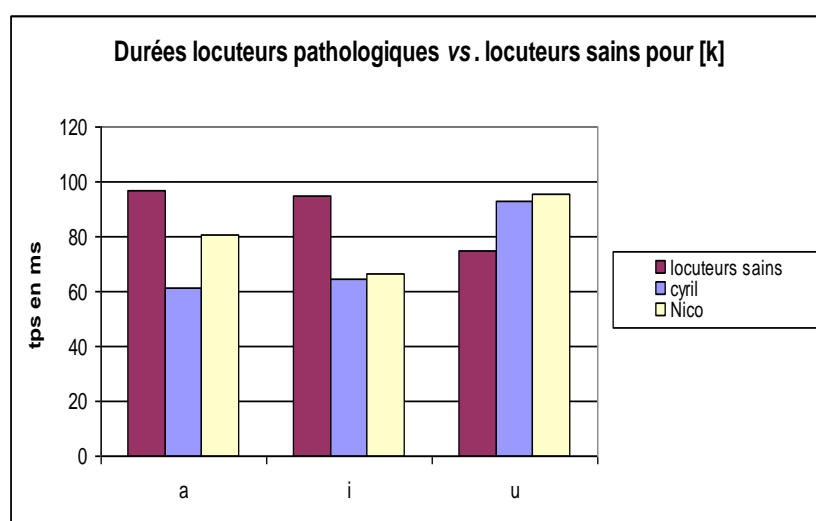


Figure 209 : Moyennes des durées des voyelles en contexte [k] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques, âgés de 12 ans.

Pour résumer

En contexte [k], retenons que :

(1) Le degré de variabilité inter et intra locuteur est légèrement plus important chez les locuteurs atteints d'une fente palatine, principalement pour le locuteur porteur d'une fente labio-palatine bilatérale totale.

(2) L'aire du triangle vocalique du locuteur porteur d'une fente labio-palatine simple est plus petite que celle du triangle des locuteurs sains, tandis que le locuteur porteur d'une fente labio-palatine bilatérale totale a une aire plus élevée.

(3) Les voyelles ont des durées d'environ 30 ms de plus chez les locuteurs sains pour la production du [i] et du [u] par rapport aux locuteurs pathologiques. Il est donc possible que ces derniers aient une aire du triangle vocalique plus élevée à une vitesse d'élocution semblable.

Chaque locuteur présentant des résultats très différents, il reste difficile de tirer des conclusions sûres. Retenons que le locuteur porteur d'une fente de type 3 présente un triangle plus petit que les locuteurs sains, qui ont eux même un triangle plus petit que le locuteur porteur d'une fente de type 4. Il semblerait, selon les résultats ressortant de cette analyse, que le locuteur pathologique de type 3 sous-articulerait les voyelles tandis que le locuteur pathologique de type 4 aurait tendance, lui, à sur-articuler ces mêmes voyelles, en contexte [k], par rapport aux sujets sains. Les valeurs de durée ne permettent cependant pas d'expliquer ce phénomène dans ce contexte.

VII.2.2.4. Contexte [g]

Le graphique ci-dessous (Figure 210) révèle des variabilités inter et intralocuteur très faibles pour la production des voyelles de petite aperture chez les deux locuteurs de contrôle. En revanche, un des locuteurs montre une variabilité intralocuteur assez importante au niveau de la production du [a]. En effet, pour des moyennes de F1 et F2 respectivement de 656 Hz et 1916 Hz, les écarts types correspondants ont des valeurs de 89 Hz et 125 Hz. La variabilité est donc présente au niveau des deux formants.

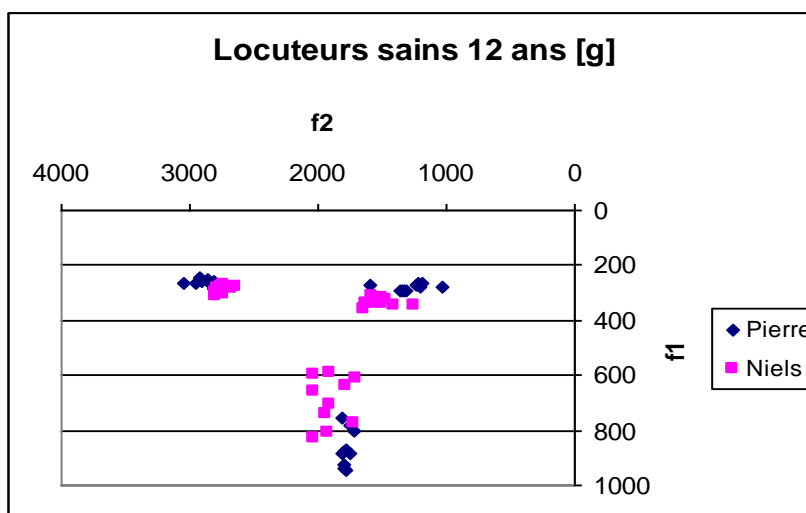


Figure 210 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i], [a] et [u] en contexte [g] chez les locuteurs de contrôle âgés de 12 ans.

En ce qui concerne les locuteurs pathologiques, nous pouvons constater que la variabilité atteint surtout les valeurs de F2 (*cf.* Figure 211). Cela suggère que ce serait davantage sur le plan antérieur/postérieur que ces locuteurs seraient moins précis dans leurs répétitions.

La variabilité interlocuteur est en revanche élevée au niveau de la production du [a], réalisé avec une ouverture plus importante chez le locuteur pathologique de type 4, comparé au locuteur pathologique de type 3.

Le [u], réalisé en contexte vélaire comme le [g], semble être la voyelle présentant le moins de variabilité chez ces deux locuteurs.

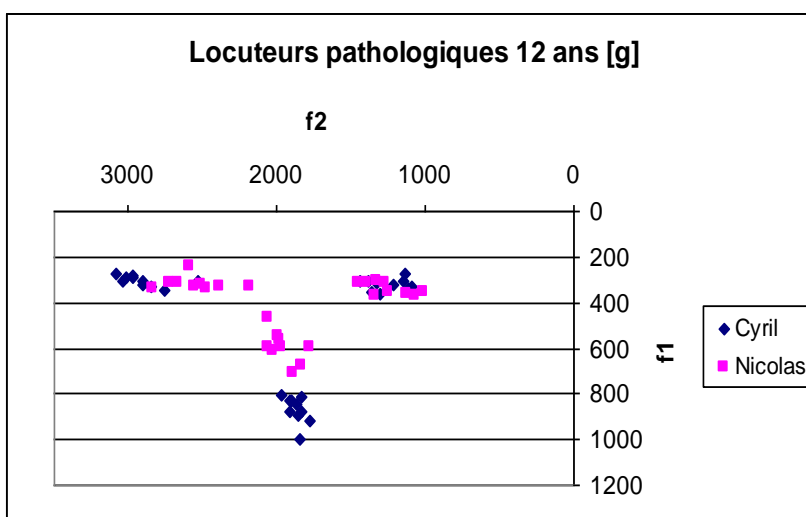


Figure 211 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [g] chez les locuteurs pathologiques âgés de 12 ans.

Les valeurs présentées dans le tableau ci-dessous (Tableau 53) correspondent aux aires des différents triangles vocaliques, chez chacun des sujets pathologiques, et chez les sujets sains. Ces valeurs nous permettent de constater que le locuteur pathologique a l'aire de triangle la plus faible,

tandis que le locuteur pathologique de type 4 présente l'aire la plus grande. Une fois encore, les locuteurs de contrôle ont une aire d'une valeur intermédiaire.

Tableau 53 : Valeurs d'aire des triangles vocaliques en contexte [g] de chaque groupe de locuteur.

locuteurs	Aire (en Hz ²)	
sains	331.755	
Patho 1 (CN) : type 3	173.990	Moyenne : 309.856
Patho 2 (JC) : type 4	455.672	

Il est remarquable sur le graphique ci-dessous (Figure 212) que seule la voyelle [u] est réalisée de façon similaire au niveau du lieu d'articulation chez tous les locuteurs (valeurs de F1 et F2 comparables, ici F1 est compris entre 310 Hz et 340 Hz, et F2 entre 1252 Hz et 1395 Hz). Cela peut être lié au fait que cette voyelle soit réalisée au niveau vélaire, tout comme la consonne qui la précède, même s'il faut rappeler que cela n'était pas le cas en contexte consonantique [k].

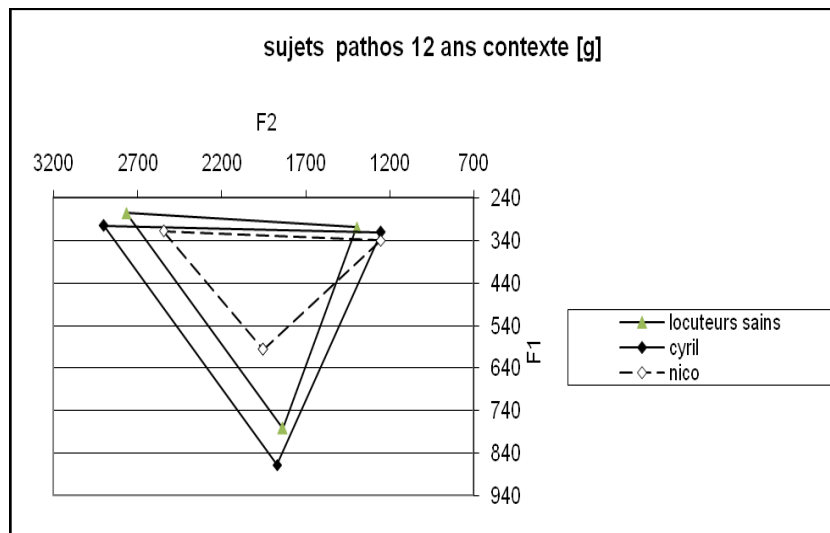


Figure 212 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i], [a] et [u] en contexte [g] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques.

Tel que nous pouvons le constater sur la Figure 213, les valeurs de durées sont plus élevées pour les locuteurs sains, d'environ 20 ms lors de la réalisation du [a] (103 ms pour les locuteurs sains) et du [u] (91 ms pour les locuteurs sains). Il est donc possible que l'aire du triangle vocalique de ces derniers ait été plus petite à une vitesse d'élocution similaire aux deux autres locuteurs.

De la même façon, nous pouvons penser que la durée plus longue lors de la production du [i] chez le locuteur pathologique de type 3 (157 ms, soit plus de 56 ms de plus par rapport aux autres locuteurs) ait étendu le triangle au niveau de cette voyelle. L'aire de ce triangle aurait peut-être été également plus petite à une même vitesse d'élocution que les autres locuteurs.

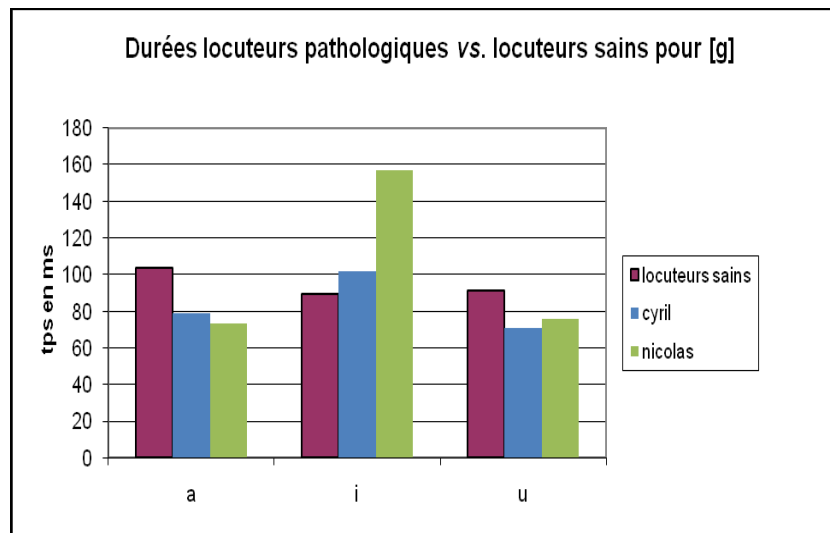


Figure 213 : Moyennes des durées des voyelles en contexte [g] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques, âgés de 12 ans.

Pour résumer

En contexte [g], rappelons que :

(1) Le degré de variabilité inter et intra locuteur est légèrement plus important chez les locuteurs atteints d'une fente palatine, cette fois principalement pour le locuteur porteur d'une fente labio-palatine unilatérale simple. Cela paraît étonnant dans la mesure où ce locuteur n'a pas de fente et donc aucune gêne au niveau vélaire, contrairement au locuteur porteur d'une fente labio-palatine bilatérale totale.

(2) L'aire du triangle vocalique du locuteur porteur d'une fente labio-palatine simple est plus petite que celle du triangle des locuteurs sains, tandis que le locuteur porteur d'une fente labio-palatine bilatérale totale a une aire plus élevée.

(3) Les voyelles ont des durées plus longues d'environ 20 ms chez les locuteurs sains pour la production du [a] et du [u] par rapport aux locuteurs pathologiques ; il est donc possible que ces derniers aient une vitesse d'élocution plus rapide, mais qu'ils aient une aire du triangle vocalique plus grande à une vitesse d'élocution semblable à celle des locuteurs de contrôle pour ces voyelles.

Les résultats étant à nouveau très différents, il reste là encore difficile de tirer des conclusions. Une nouvelle fois, retenons que le locuteur ayant une fente de type 3 présente un triangle plus petit que les locuteurs sains, qui ont eux même un triangle plus petit que le locuteur de type 4. Comme en contexte [k], les résultats montrent une tendance, pour le locuteur pathologique de type 3, à sous-articuler les voyelles, tandis que le locuteur pathologique de type 4 sur-articulerait ces mêmes voyelles, dans ce même contexte, par rapport aux sujets sains. Là encore, les valeurs de durées ne permettent pas d'expliquer ce phénomène dans ce contexte.

Les deux graphiques ci-dessous (Figures 214 et 215) permettent de mettre en avant que la délimitation entre les trois productions vocaliques est plus remarquable chez les sujets sains. Il n'y a ici que deux locuteurs par groupe, mais nous remarquons que, en dehors de quelques points indéfinis entre la production d'un [i] ou d'un [u], les voyelles sont aussi clairement définies chez les locuteurs pathologiques de 12 ans, ce qui n'était pas le cas chez les locuteurs pathologiques de 9 ans.

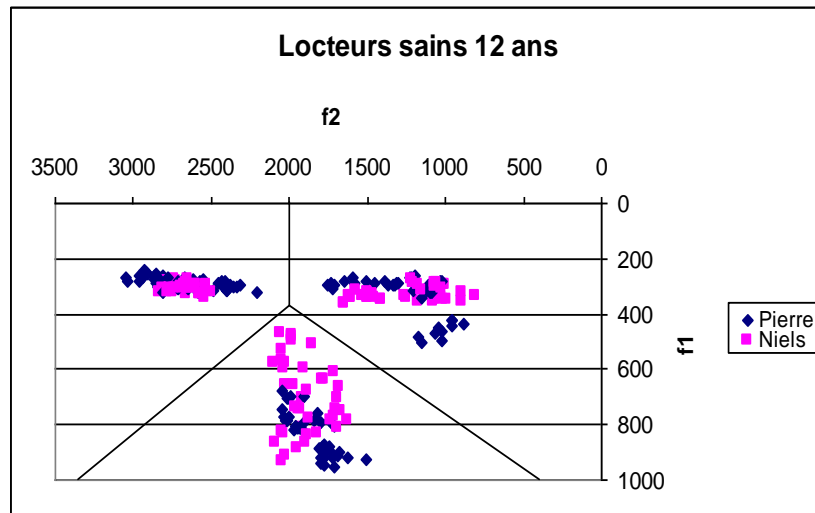


Figure 214 : Valeurs de F1 et F2 des trois voyelles /i/, /a/, /u/ dans les 4 contextes consonantiques chez les locuteurs sains âgés de 12 ans.

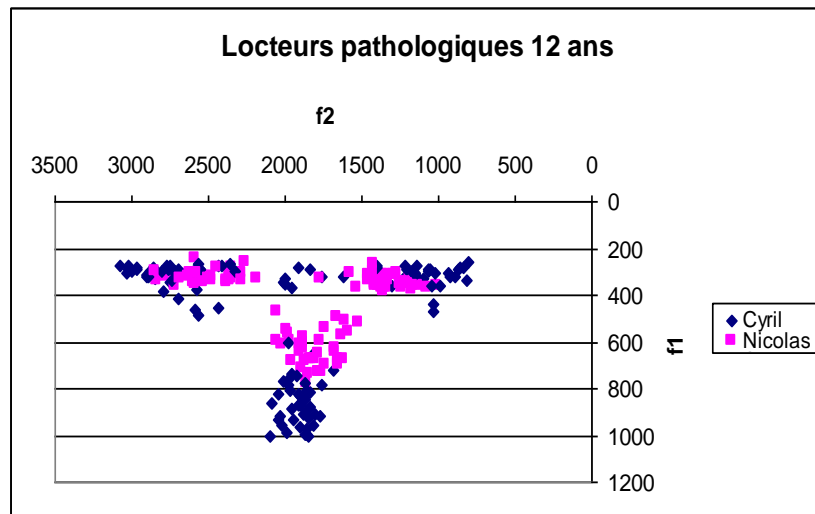


Figure 215 : Valeurs de F1 et F2 des trois voyelles /i/, /a/, /u/ dans les 4 contextes consonantiques chez les locuteurs pathologiques âgés de 12 ans.

VII.2.2.5. Comparaison des aires des triangles vocaliques des locuteurs sains vs. locuteurs pathologiques en fonction des contextes consonantiques

Les graphiques ci-dessous (Figures 216, 217, 218 et 219) illustrent le fait que le locuteur pathologique de type 4 ait l'aperture la plus importante lors de la production du [a], dans tous les contextes consonantiques. Seuls les sujets sains ont une aperture similaire en contexte [t]. À l'inverse, le locuteur atteint d'une fente labio-palatine unilatérale simple (Nicolas) a toujours l'aperture la plus petite pour le [a] (avec un F1 compris entre 600 et 650 Hz, tandis que les autres locuteurs ont des valeurs de F1 plus proches de 800 Hz), dans tous les contextes consonantiques.

En ce qui concerne le déplacement antérieur-postérieur de la langue, les sujets sains ont des valeurs proches du sujet pathologique de type 4 pour le [i] et le [u] dans tous les contextes excepté en contexte [d]. En effet, dans ce contexte, le sujet pathologique a des valeurs de F2 plus importantes, indiquant un déplacement plus antérieur de la langue dans la cavité buccale.

Remarquons encore que c'est le locuteur porteur d'une fente labio-palatine bilatérale totale (Cyril) qui a les déplacements les plus marqués pour la réalisation des voyelles, et ce dans tous les contextes consonantiques observés (c'est chez ce locuteur que les distances entre les coordonnées de points correspondant aux valeurs de F1 et F2 sont les plus grandes entre deux voyelles).

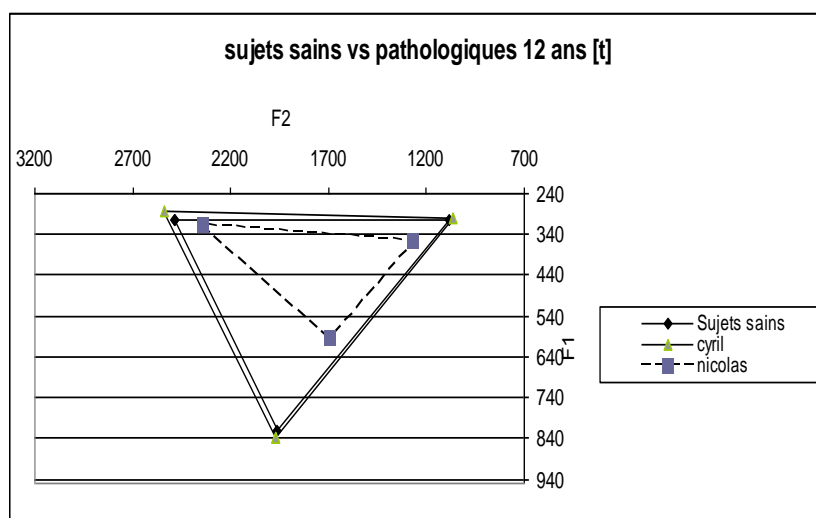


Figure 216 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i], [a] et [u] en contexte [t] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques.

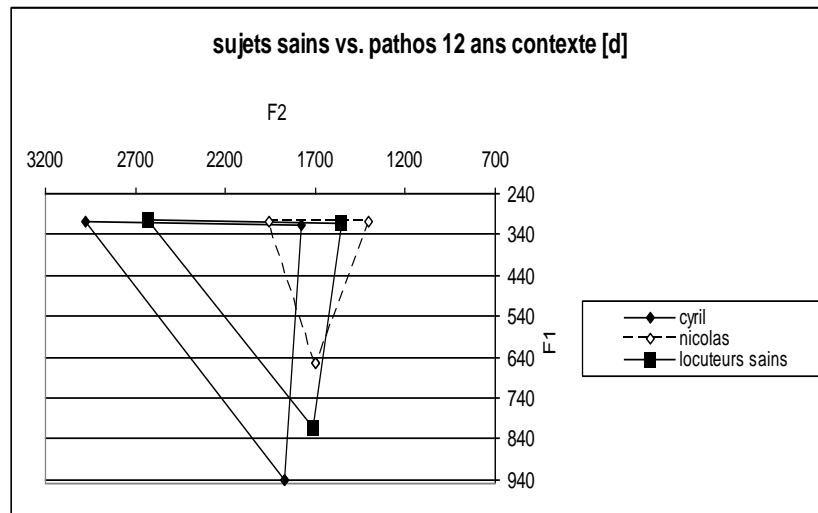


Figure 217 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i], [a] et [u] en contexte [d] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques.

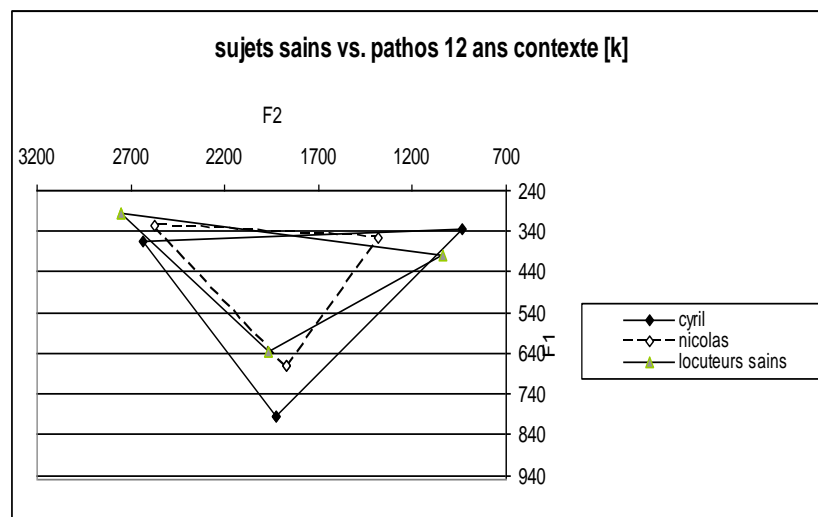


Figure 218 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i], [a] et [u] en contexte [k] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques.

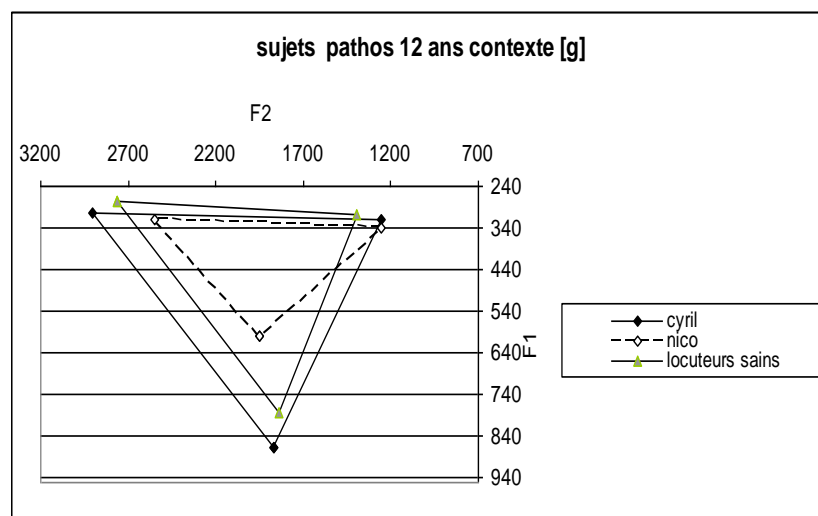


Figure 219 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i], [a] et [u] en contexte [g] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques.

L'aire des triangles vocalique est généralement plus élevée en contexte consonantique [t] et [g] (*cf.* Figure 220). C'est uniquement chez le locuteur porteur d'une fente de type 3 que l'aire est plus élevée en contexte [k].

Notons encore la grande variabilité inter-locuteurs ; le locuteur pathologique de type 4 a toujours des valeurs d'aire de triangle vocalique au moins deux fois supérieure à l'aire des triangles du locuteur pathologique de type 3. Les locuteurs sains montrent des valeurs intermédiaires à celles de ces deux locuteurs. Par exemple, en contexte [g], les sujets sains ont une aire du triangle vocalique de 331 KHz², Cyril présente une aire de 445 KHz² et Nicolas une aire de 173 KHz².

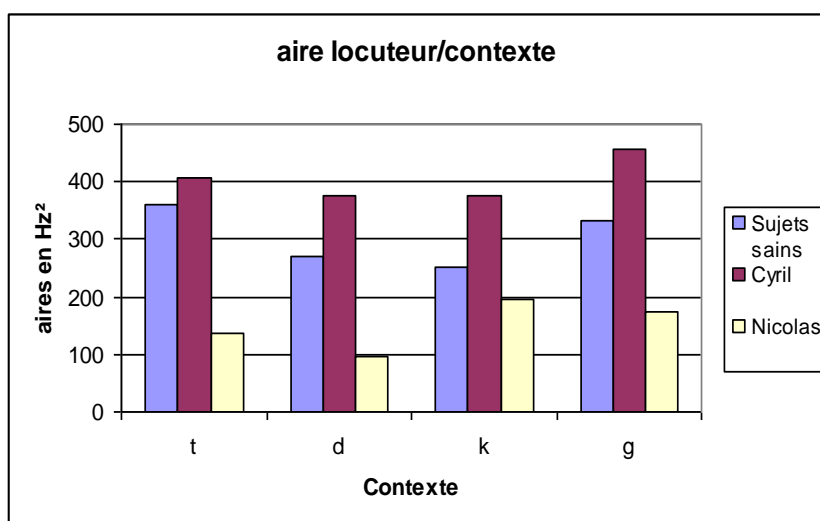


Figure 220 : Moyennes des aires des triangles vocaliques dans les différents contextes consonantiques chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques, âgés de 12 ans.

VII.2.3. Comparaison des aires en fonction de l'âge des locuteurs

Les locuteurs âgés de 12 ans ont des valeurs d'aires de triangle vocaliques supérieures à celles des locuteurs âgés de 9 ans chez les locuteurs de contrôle (la différence variant de 40 KHz² en contexte [k] à 220 KHz² en contexte [t]). Cette observation n'est valable chez les locuteurs pathologiques en contexte de consonne voisée, mais la tendance est inversée en contexte de consonne non voisée. Aussi, le locuteur Nicolas, porteur d'une fente labio-palatine unilatérale simple présente des valeurs d'aire faibles, moindre encore que celles des locuteurs sains âgés de 9 ans en contexte de consonne voisée (nous notons 110 KHz² de différence en contexte [d] et 60 KHz² en contexte [g]), et équivalent en contexte de consonne non voisée (143 khz² et 135 KHz² en contexte [t] chez les locuteurs de contrôle et locuteurs pathologiques respectivement et 210 KHz² et 195 KHz² en contexte [k]) (*cf.* Figure 221).

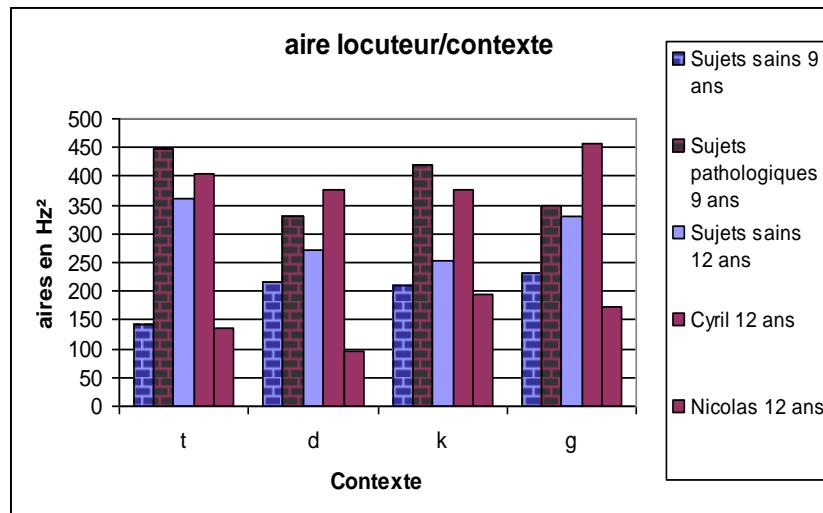


Figure 221 : Moyennes des aires des triangles vocaliques dans les différents contextes consonantiques chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques, âgés de 9 ans et 12 ans.

Pour conclure

Cette étude nous a permis de mettre en avant les points suivant :

(1) Les locuteurs pathologiques montrent toujours davantage de variabilité dans leurs productions par rapport aux locuteurs de contrôle, à tous les âges, et dans tous les contextes consonantiques étudiés ici. Il semblerait de ce fait que la cicatrice liée à la fente entraîne une perturbation qui gênerait les locuteurs dans l'atteinte précise d'une cible.

(2) Les locuteurs pathologiques de type 4 ont toujours des valeurs d'aire du triangle vocalique supérieures à celles des locuteurs sains, à 9 et 12 ans. Cela signifierait que les locuteurs pathologiques auraient tendance à sur-articuler les voyelles, peut-être pour compenser l'articulation des consonnes, qui leur est plus difficile.

(3) Le locuteur pathologique porteur d'une fente de type 3 a, en revanche, une aire du triangle vocalique toujours plus petite que les autres locuteurs. Les aires les plus petites sont constatées en contextes [t] et [d] ; étant donné que la fente de ce locuteur n'affecte que la partie antérieure de la cavité buccale, nous pouvons penser que ce locuteur est gêné aussi dans la production des voyelles. Cela pourrait expliquer l'amplitude moindre de ses mouvements par rapport aux autres locuteurs.

(4) A 9 ans, les valeurs de durées des segments vocaliques sont comparables chez les locuteurs pathologiques et les locuteurs de contrôle. Ce paramètre ne permet donc pas d'expliquer les différences de valeurs d'aire des triangles vocaliques.

(5) Il apparaît que les locuteurs pathologiques ont des écarts types élevés surtout pour les valeurs de F2. Il semble de ce fait que les variations ont lieu davantage au niveau antérieur/postérieur qu'au niveau de l'aperture.

Cette étude n'a pas confirmé notre hypothèse de départ. En effet, nous pensions que la perturbation introduite dans le conduit vocal suite aux diverses opérations chirurgicales subies par ces locuteurs induirait des « ratages de cibles ». Ainsi, nous pensions qu'ils auraient tendance à neutraliser les oppositions de lieu d'articulation de toutes les productions, ce qui entraînerait une réduction du triangle vocalique. Or cette hypothèse n'a pu être vérifiée que chez le locuteur porteur d'une fente de type 3 âgé de 12 ans. Ce locuteur est le seul à être atteint d'une fente labio-palatine unilatérale totale ; les autres locuteurs ont le palais abîmé des deux côtés de la cavité buccale. Peut-être a-t-il moins besoin de sur-articuler les voyelles pour compenser les consonnes, cela pourrait donner une raison à l'aire réduite de son triangle vocalique par rapport aux autres locuteurs.

Les valeurs de F1 significativement plus grandes chez les locuteurs pathologiques indiquent que ces locuteurs jouent davantage sur l'aperture, tandis que les valeurs de F2 significativement plus petites révèlent des réalisations vocaliques plus postérieures. Il semble ainsi que les locuteurs évitent la zone opérée à l'avant de la cavité buccale.

Encore une fois, cette étude mettant en avant l'importance de l'espace des réalisations vocaliques possibles nous amène à la Théorie de la Viabilité Adaptative de Lindblom (1987 ; 1990 ; 1996), déjà validée par de nombreux auteurs en ce qui concerne la parole pathologique et la capacité compensatoire des locuteurs pathologiques (Gibbon *et al.* 2005 ; 2006, par exemple). Nous revenons à la Théorie de la Viabilité d'Aubin (1991), à travers la capacité de viabilité et donc d'adaptabilité du système.

Notre hypothèse finale, au regard des résultats, serait donc que les locuteurs auraient tendance à sur-articuler la production des voyelles, en compensation à leur difficulté à produire la consonne précédente.

Résumé Chapitre VIII

Ce chapitre traite des stratégies compensatoires mises en place par les locuteurs porteurs de fente palatine et labio-palatine, à partir de l'analyse des caractéristiques des transitions formantiques, ainsi que des valeurs de F2 et de F3 mesurées précisément au relâchement de l'occlusive sonore.

L'*hypothèse* de départ est la suivante : les locuteurs porteurs de fente palatine seraient moins précis, au niveau de la réalisation du lieu d'articulation « canonique », lors de la production des occlusives sonores, par rapport aux locuteurs sains. Cette déviance, par rapport au contrôle du geste, proviendrait bien entendu d'une difficulté à effectuer l'occlusion nécessaire pour l'émergence de ces consonnes.

Le protocole expérimental, les paradigmes linguistiques (sujets, types de fentes, corpus, mesures) et les analyses statistiques sont décrits. Le calcul de l'espace (consonantique des occlusives sonores) a été obtenu par la formule de Héron.

Les résultats confirment l'hypothèse de départ. En effet, les données de la présente étude montrent que les locuteurs porteurs de fente palatine sont moins précis, au niveau de la réalisation du lieu d'articulation habituel, lors de la production des occlusives voisées, par rapport aux locuteurs sains. Au regard de ces résultats, il semble que les locuteurs pathologiques atteints d'une fente labio-palatine bilatérale totale (type 4), suivis des locuteurs pathologiques porteurs d'une fente labio-palatine unilatérale totale (type 3), sont ceux qui présentent le plus de perturbation pour la production de ces trois consonnes. Il est certes possible de parler de ratage de cible articulaire chez les locuteurs porteurs d'une fente palatine au vu de la grande variabilité dans les données spectrales, mais il faut noter surtout que leur cible n'est pas semblable à celle des locuteurs de contrôle, plus conforme aux données attestées dans la littérature. En effet, il apparaît que chaque locuteur pathologique établisse sa cible, par « tâtonnement », en fonction de la nature de la reconstruction du palais.

CHAPITRE VIII

VIII. Expérience 4 : F2/F3 d’occlusives sonores chez des locuteurs porteurs de fente palatine : le triangle consonantique

VIII.0. Introduction

Nous avons pu observer dans l’expérience précédente que les locuteurs porteurs de fente palatine avaient tendance à présenter un triangle vocalique plus grand que les sujets sains, et davantage de variabilité. Ayant attribué ce fait à une conséquence des « ratages de cibles » liés aux diverses interventions chirurgicales subies par l’enfant, nous avons pensé qu’il serait intéressant d’observer les caractéristiques des transitions formantiques, ainsi que les valeurs de F2 et de F3 mesurés précisément au relâchement de l’occlusive. En effet, comme nous l’avons vu dans le chapitre III., section 3, ces indices peuvent apporter des indications articulatoires et donc nous permettre d’obtenir des informations quant aux processus articulatoires compensatoires mis en œuvre par les locuteurs pathologiques.

Nous savons que les sujets pathologiques adoptent diverses stratégies, notamment motrices, pour remédier à la perturbation induite, et par la fente, et par l’intervention chirurgicale. De plus, la perturbation entraîne un manque notable de précision chez ces locuteurs. Les stratégies compensatoires mises en place par les locuteurs porteurs de fente palatine et labio-palatine devraient pouvoir se quantifier, notamment au niveau des valeurs de F2 et F3, ainsi que dans les transitions CV.

Notre *hypothèse* de départ est la suivante : les locuteurs porteurs de fente palatine seraient moins précis, au niveau de la réalisation du lieu d’articulation « canonique », lors de la production des occlusives sonores, par rapport aux locuteurs sains. Cette déviance, par rapport au contrôle du geste, proviendrait bien entendu d’une difficulté à effectuer l’occlusion nécessaire pour l’émergence de ces consonnes.

VIII.1. Procédure expérimentale

VIII.1.1. Locuteurs retenus pour l'étude F2/F3

Les tableaux ci-dessous listent les locuteurs retenus pour cette analyse.

Pour la justesse des résultats, il est primordial de comparer des locuteurs sur des productions identiques. Pour cette raison, nous avons écarté les productions des enfants de 3 et 6 ans car le corpus n'était pas le même que celui prononcé par les locuteurs plus âgés (*cf.* Chap IV., section 4.). Les différents groupes de locuteurs comprennent cependant des enfants âgés de 9 à 18 ans, ces différentes tranches d'âge nous permettent donc tout de même de mener une étude approfondie par rapport aux différentes stratégies articulatoires employées par les locuteurs pour la réalisation des consonnes occlusives voisées.

VIII.1.1.1. Locuteurs pathologiques

Tableau 54 : Locuteurs pathologiques retenus pour cette étude.

	locuteurs	âge	Pathologie
Type 1 : Fente palatine postérieure	Frédéric	9 ans+3 mois	Fente palatine postérieure + encoche
	Grégoire	9 ans+3 mois	Fente palatine postérieure
	Safa	+6 mois	Fente palatine postérieure
	Julie	+7 mois	Fente palatine postérieure
	Elodie	14 ans +6 mois	Fente palatine postérieure + Fente labiale droite
	Elise	14 ans +6 mois	Fente palatine postérieure
	Jonathan	16 ans +9 mois	Fente labiale gauche + Fente palatine postérieure
	Alexanne	17 ans +6 mois	Fente palatine postérieure
	Type 3 : Fente Labio-palatine unilatérale	Charlotte	8 ans +6 mois
Tiago		9 ans	Fente labio-palatine totale gauche
Ottman		10 +8 mois	Fente labio-palatine droite
Jérémie		11 ans +5 mois	Fente labio-palatine totale gauche
Bruno		+ 8 mois	Fente labio-palatine totale droite + cicatricielle gauche (pharyngoplastie)
Janis		12 ans + 3 mois	Fente labio-palatine totale droite
Anthony		+ 4 mois	Fente palatine + syndrome de pierre robin
Joseph		+ 5 mois	Fente labio-palatine totale gauche
Nicolas		+ 5 mois	Fente labio-palatine unilatérale simple
KY		14 ans	Fente palatine totale + Pierre Robin
Jérémie 2		+5 mois	Fente labio-palatine totale gauche
Vanessa		18 ans + 8 mois	Fente palatine totale
Type 4 : Fente labio-palatine bilatérale totale		Eliott	9 ans+2 mois
	Berfin	+6 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Lucas	+6 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Mike	11 ans+6 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Cyril	11 ans+6 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Laura	12 ans+2 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Corentin	+ 4 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Daisy	+6 mois	Fente labio-palatine bilatérale

Type 5 : Fente sous muqueuse	Alicia	14 ans +10 mois	Fente labio-palatine bilatérale
	Elodie 2	15 ans +6 mois	Fente labio-palatine bilatérale totale
	Sarah	8 ans +6 mois	Fente palatine sous-muqueuse
	Manon	9 ans +2 mois	Fente palatine sous muqueuse
	Kamel	13 ans +5 mois	Fente palatine sous-muqueuse (non opérée)
	Adrian	15 ans +5 mois	Fente palatine sous muqueuse

Nous avons donc 35 sujets pathologiques :

- 8 sujets pathologiques de type 1,
- 12 sujets de type 3,
- 10 sujets de type 4
- 5 sujets de type 5.

VIII.1.1.2. Locuteurs sains

Nous avons 26 sujets sains :

- 10 sujets âgés de 9 ans
- 10 sujets âgés de 12 ans
- 3 sujets âgés de 15 ans
- 3 sujets âgés de 18 ans

Tableau 55 : Locuteurs sains retenus pour cette étude.

9 ans	Zoé
	Killian
	Lucas
	Robinson
	Lorna
	Flavie
	Quentin
	Tristan
	Alan
	Emile

12 ans	Niels
	Clara
	Pierre
	Iris
	Bessim
	Lucas*
	Ebubekir
	Caroline
	Tom
	Aliou

15 ans	Danièle
	Marion
	Jean-François
18 ans	Fac fille 1
	Fac fille 2
	Florian

Dans un souci de clarté des résultats, nous avons constitué des groupes de locuteurs en fonction de leur pathologie et de leur âge afin de faciliter les comparaisons.

Ainsi, nous avons pour cette étude 4 groupes de locuteurs pathologiques en fonction du type de fente et nous retenons 4 groupes d'âge : 9 ans, 12 ans, 14 ans et 18 ans.

VIII.1.2. Corpus retenu pour l'étude de F2/F3

Nous avons exploité, pour cette investigation, la partie du corpus qui comprend les occlusives sonores, puisque c'est dans ces dernières que les mesures de F2/F3 sont pertinentes pour obtenir des indices articulatoires (rappelons que chaque occlusive sonore du français a son propre modèle de transition, tel que nous l'avons vu dans le chapitre III., cf. section 3.2.). Celles-ci étaient insérées dans des mots comportant une séquence V1CV2 où V1 était [i], C l'une des 3 occlusives sonores du français, soit [b, d ou g], et V2 [a].

Les 3 séquences analysées sont donc :

- | | |
|---------------|-------------------|
| ○ Il y balaie | i l i b a l ε |
| ○ Formidable | f ɔ R m i d a b l |
| ○ La cigale | l a s i g a l |

Les analyses ont été réalisées sur 5 répétitions de chaque locuteur. Comme nous l'avons énoncé dans le Chapitre IV (procédure expérimentale), chaque locuteur a été enregistré sur 10 répétitions. En revanche, s'agissant d'enfants, et de locuteurs pathologiques, certaines répétitions n'ont pu être analysées correctement. En effet, certaines répétitions étaient inaudibles, inintelligibles ou trop bruitées pour être analysées uniformément au niveau formantique. Statistiquement, travailler sur un minimum de 10 répétitions aurait été plus pertinent (l'augmentation de l'échantillonnage de répétitions permettrait en effet d'obtenir des résultats plus justes au niveau des moyennes). En conséquence, afin de pouvoir procéder à des analyses statistiques justes, tout en conservant un maximum de locuteurs, nous avons préféré uniformiser les groupes à 5 répétitions (les 5 premières chez les locuteurs dont les 10 répétitions pouvaient être prises en compte).

VIII.1.3. Acquisition des données

Les enregistrements des locuteurs pathologiques ont été effectués à l'Hôpital de Hautepierre, à Strasbourg, avec un appareil enregistreur numérique (Fostex FR2® sur carte Flash II) et un micro directif (Sennheiser e845 S®). Les sujets sains ont été enregistrés dans une salle calme d'un collège, avec le même matériel.

VIII.1.4. Mesures

Nous avons d'abord segmenté le signal à l'aide du logiciel Praat®, puis nous avons relevé les valeurs formantiques à l'aide de ce même logiciel. Ainsi, nous avons relevé les valeurs de F1, F2 et F3 à l'explosion (au relâchement de la consonne), afin d'obtenir des valeurs plus fiables au

niveau du lieu d'articulation (Jackson, 2001), d'abord automatiquement, puis nous avons vérifié les mesures manuellement.

Nous avons ensuite créé des graphiques, corrélant les valeurs de F2 et F3, pour chaque locuteur. Nous avons pu ainsi vérifier, à partir des triangles consonantiques ainsi formés, de façon plus visible si les 3 consonnes étaient bien distinctes, et si les locuteurs respectaient les réalisations attendues, soit [b] différent de [d] au niveau de F2, et [d] différent de [g] au niveau de F3. [d] et [g] devraient afficher des valeurs similaires au niveau de F2 (Lindblom, 1963). A partir des valeurs, nous avons pu mener des traitements statistiques, à savoir des analyses de variance (ANOVA) pour chaque groupe, à partir de moyennes et écarts types.

Nous avons également observé les transitions CV de F2 et F3 afin d'avoir un aperçu qualitatif des productions, pouvant compléter ainsi les résultats quantitatifs. Nous avons ainsi vérifié que les transitions correspondaient bien au modèle décrit par Lindblom (1963), c'est-à-dire que, en contexte [a], F2 et F3 sont descendants pour le [d], montant pour le [b], et F2 est descendant et F3 montant pour le [g]. Nous avons observé aussi le bruit présent dans le signal, sans incidence obligatoire sur les formants.

Le calcul de l'espace consonantique a été obtenu par la formule de Héron :

Aire = $\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$ où $p = \frac{1}{2}(a+b+c)$ et a, b et c représentent les coordonnées entre 2 consonnes ($a = \sqrt{(xc - xb)^2 + (yc - yb)^2}$ $b = \sqrt{(xa - xc)^2 + (ya - yc)^2}$ $c = \sqrt{(xa - xb)^2 + (ya - yb)^2}$)

Ces valeurs, exprimées en kHz², offrent des informations relatives à la taille et à la forme de l'espace consonantique.

VIII.1.5. Analyses F2/F3 d'occlusives sonores chez des locuteurs porteurs de fente palatine

Nous avons décidé de présenter les résultats en procédant à des analyses distinctes afin de rendre compte le plus justement possible des caractéristiques de chaque groupe. En effet, comme nos locuteurs sont des enfants, l'âge entre en compte dans les résultats, chaque groupe d'âge présentant des caractéristiques différentes. De même, en ce qui concerne les locuteurs pathologiques, les différents types de fente entraînent des gênes différentes et donc des productions différentes.

Nous présenterons donc les résultats selon 2 variables : l'âge pour les sujets sains, et l'âge et le type de pathologie pour les sujets pathologiques.

Dans un premier temps nous analyserons donc les résultats des sujets sains, selon l'âge des locuteurs (ces derniers sont dispersés dans 4 groupes de 8, 12, 15 et 18 ans). Dans un second

temps nous analyserons les productions des locuteurs pathologiques, d'abord en fonction du type de fente dont ils sont porteurs, puis en fonction de leur âge (de la même façon que les locuteurs de contrôle). Nous observerons également les éventuelles différences liées au sexe des locuteurs.

Dans la mesure où c'est la position des formants F2 et F3 lors de la transition C-V qui nous intéresse tout particulièrement, toutes les valeurs sont présentées sous forme de graphiques corrélant les valeurs de F2 et F3.

Comme précisé *supra*, nous avons choisi de présenter les groupes en fonction du type de fente, et en fonction de l'âge. Ainsi, pour chaque groupe, nous présentons un graphique réunissant les valeurs issues de toutes les répétitions de tous les locuteurs afin de surtout illustrer la variabilité articulatoire. Un deuxième graphique est ensuite présenté, affichant les triangles consonantiques de chaque locuteur, avec les calculs de l'aire de ces triangles. Cela permet de visualiser la configuration des triangles et de cerner plus aisément les stratégies mises en place par chaque locuteur au niveau articulatoire. Notons que ces triangles ne sont illustrés que pour l'analyse des locuteurs pathologiques ; les locuteurs sains présentant des configurations de triangles correspondant au modèle attendu (selon le schéma de Abry, 2003 ; cf. Chapitre III., section 3.), il n'est pas pertinent de les exposer tous ici. Nous en donnons toutefois une référence (Figures 221 et 222), et l'ensemble des graphiques est consultable en annexe (Annexe 8).

Pour chaque catégorie de locuteurs, nous présentons des graphiques récapitulatifs regroupant les valeurs de tous les locuteurs du groupe. A chaque fois, nous proposons deux présentations différentes, afin de rendre la lecture plus simple. Ainsi, le premier graphique rendra compte des résultats individuels, et illustrera plus particulièrement la variabilité inter-individuelle. Le second graphique rendra compte des mêmes données, mais en fonction de l'âge des locuteurs ; celui-ci permettra de mettre en avant d'éventuelles différences liées à l'âge à l'intérieur d'un même groupe.

Lorsque nous présentons des graphiques avec un ensemble de données, nous avons tracé des lignes, de façon arbitraire, afin de délimiter les différentes zones de points lorsqu'il était possible de les distinguer. Cela permet de mettre en exergue ces distinctions, lorsqu'elles existent (cf. Figure 230, par exemple).

VIII.2. Résultats de l'analyse de F2/F3 d'occlusives sonores chez des locuteurs porteurs de fente palatine

Nos groupes de locuteurs ne comptabilisant pas suffisamment de répétitions et n'étant pas correctement équilibrés pour nous permettre de réaliser des analyses de variance (ANOVA) qui compareraient les productions des locuteurs en fonction de leur type de fente et de leur âge, nous avons procédé à des premières analyses de variance (ANOVA à mesures répétées) englobant tous nos locuteurs, afin d'avoir des données plus fiables sur lesquelles appuyer nos résultats.

Rappelons que les résultats présentés dans cette investigation reposent sur des mesures de :

- 3 occlusives voisées ;
- ces occlusives placées dans le contexte vocalique [i-a] ;
- 5 répétitions de chaque occlusive ;

chaque occlusive prononcée par 60 locuteurs (cependant nous avons retenu 26 locuteurs sains et 26 locuteurs pathologiques pour pouvoir effectuer une analyse de variance convenablement. Le choix de ces locuteurs s'est fait en fonction de l'âge ; nous avons équilibré, autant que faire se peut, chaque groupe de façon à ce qu'il y ait le même nombre de locuteur du même âge dans chacun).

Les analyses de variance (ANOVA à mesures répétées) ont été effectuées pour 3 variables (F2, F3 et Aire du triangle consonantique), avec $p < 0,05$. Il s'agissait de déterminer s'il existait des effets principaux des facteurs suivants :

- (1) *Pathologie*
- (2) *Lieu d'articulation Consonantique*

Le premier facteur, opposant les valeurs de productions des locuteurs sains et pathologiques, ne permet pas de distinguer les deux groupes de façon significative au niveau des variables F2/F3 ($p = ns$).

Pour F3 cependant la différence entre les deux populations de locuteurs est forte. Or c'est bien ce paramètre qui est souvent variable chez les locuteurs *pathologiques*, traduisant leur instabilité au niveau du lieu d'articulation. Aussi, l'altération du trait de lieu d'articulation entre l'occlusive vélaire [g] et la dentale [d], est le plus souvent liée à cette transition de F3, relativement similaire (plate) pour les deux consonnes chez les locuteurs pathologiques. La variable F2 est similaire également, mais le modèle de transition demandant des mouvements de F2 allant dans la même direction pour ces deux consonnes, cette instabilité au niveau du lieu d'articulation n'a pas d'incidence sur les valeurs de F2.

En revanche la variable Aire des triangles consonantiques permet d'opposer les deux groupes de locuteurs sains et pathologiques : Aire [F(1,50)=12,40 $p < 0,000927$].

En effet, les locuteurs pathologiques ont des triangles consonantiques d'une aire significativement réduite par rapport aux locuteurs sains, ce qui peut révéler l'amplitude réduite des gestes chez ces derniers.

L'effet principal (2) *Lieu d'articulation Consonantique*, s'est révélé statistiquement significatif pour la variable F2 [F(2,100)=961,52 $p < 0,0000$]

Il en va de même pour la variable F3 [F(2,100)=481,14 $p < 0,0000$].

Il semble donc que malgré l'instabilité des transitions CV au niveau de F2/F3, et donc la fragilité de la réalisation des trois lieux d'articulations chez les locuteurs pathologiques, tous les locuteurs conservent les oppositions entre les trois consonnes.

L'interaction des deux facteurs (1) et (2) a révélé une différence significative au niveau des valeurs de F2 et F3 pour les deux groupes de locuteurs ; ces analyses montrent que les locuteurs sains ont des valeurs de F2 significativement plus élevées que les locuteurs pathologiques pour la

production des vélares et des dentales, et des valeurs plus petites lors de la production des bilabiales [$F(2, 100) = 6.26, p < 0,002$].

L'interaction des deux facteurs révèle également des valeurs de F3 significativement plus élevées lors de la production du [d] et significativement plus petites lors de la production du [g], chez les sujets sains par rapport aux sujets pathologiques [$F(2, 100) = 3.33, p < 0,003$]. Cela va dans le sens de la neutralisation de l'opposition du lieu d'articulation des deux occlusives chez les locuteurs porteurs de fente palatine ; nous y reviendrons infra.

Ces premiers résultats nous amènent à une volonté d'approfondir notre recherche en affinant ces analyses afin de comprendre les sources de ces différences. En effet, ces analyses de variance montrent que, malgré la grande variabilité existante chez nos locuteurs, les catégories phonétiques sont respectées pour chacune des trois occlusives voisées [b, d et g]. Ainsi, même si, au niveau articulatoire, certaines oppositions de lieu d'articulation semblent être neutralisées chez nos locuteurs pathologiques, le rapprochement des valeurs de F2 et de F3 n'aboutit pas à une confusion des catégories consonantiques. Ces premières analyses confondant locuteurs sains et locuteurs pathologiques, nous avons voulu procéder à des comparaisons post-hoc de nos différentes classes.

Observons à présent, de façon minutieuse, chaque groupe de locuteur, en fonction de l'âge et du type de fente. Même si ces secondes analyses ne nous permettront de parler qu'en termes de tendances par rapport à nos résultats, celles-ci offriront davantage de précision.

Dans un souci de rigueur et de précision des résultats, nous préférons donner les valeurs individuelles et présenter les moyennes par locuteur. En effet, les groupes de locuteurs étant composés de filles, de garçons, de locuteurs porteurs de types de fentes diverses et d'un nombre de locuteur différent, nous préférons dans un premier temps ne pas se fonder sur une moyenne qui pourrait écarter certaines spécificités des locuteurs. Nous procéderons à une présentation synthétique par la suite.

VIII.2.1. Locuteurs sains

VIII.2.1.1. Sujets sains âgés de 9 ans

10 locuteurs sains ont été retenus pour cette étude. Le groupe compte 7 garçons et 3 filles. Nous n'avons pas remarqué de différence garçon/fille pour les valeurs de F2 et F3.

Pour ce groupe de locuteurs, nous avons constaté des écarts types intra individuels faibles. Il en va de même pour les écarts types inter individuels (102 Hz pour une moyenne de 2800 Hz pour les valeurs de F2 lors de la production de [d], par exemple) (*cf.* Figure 222).

L'ordre attendu [b] et [g] différents au niveau des valeurs de F2 et [g] et [d] différents au niveau des valeurs de F3 est bien respecté chez chacun des locuteurs. De plus, le [g] est bien produit avec des valeurs de F2=F3 chez ces locuteurs.

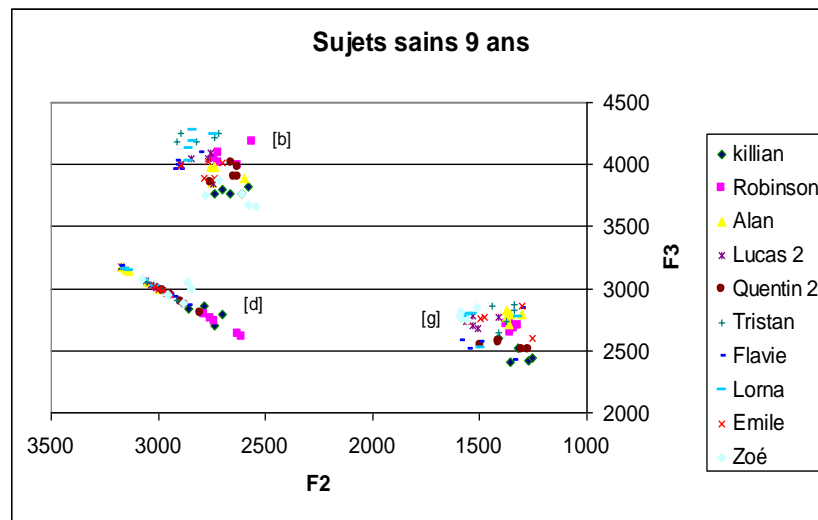


Figure 222 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs sains âgés de 9 ans.

Afin d'avoir une représentation plus nette de la dispersion des points pour les valeurs représentées dans le graphique ci-dessus, nous avons choisi d'illustrer également des locuteurs au niveau individuel. Nous proposons à notre lecteur de trouver l'ensemble des graphiques en annexes (Annexe 8).

Les deux graphiques ci-dessous (Figures 223 et 224) montrent que les productions des trois occlusives sonores sont bien distinctes sur le plan F2-F3. En effet, nous pouvons voir que Robinson a des coordonnées des points de F2/F3 de [b] [d] et [g] respectivement de 1349 Hz ; 2693 Hz, 2672 Hz ; 4065 Hz et 2704 Hz ; 2704 Hz, avec des écarts types correspondant de 19 Hz ; 29 Hz, 74 Hz ; 77 Hz et 77 Hz ; 77 Hz. Chez Zoé, ces mêmes valeurs sont 1568 Hz ; 2791 Hz, 2646 Hz ; 3747 Hz et 2924 Hz ; 2993 Hz avec des écarts type de 32 Hz ; 40 Hz, 100 Hz ; 88 Hz et 92 Hz ; 76 Hz. Les valeurs de F2 et F3 sont donc bien les mêmes (ou quasiment chez Zoé) lors de la réalisation de la vélaire [g], et les consonnes [g] et [d] sont bien distinctes sur le plan F3, comme les consonnes [g] et [b] le sont sur le plan F2.

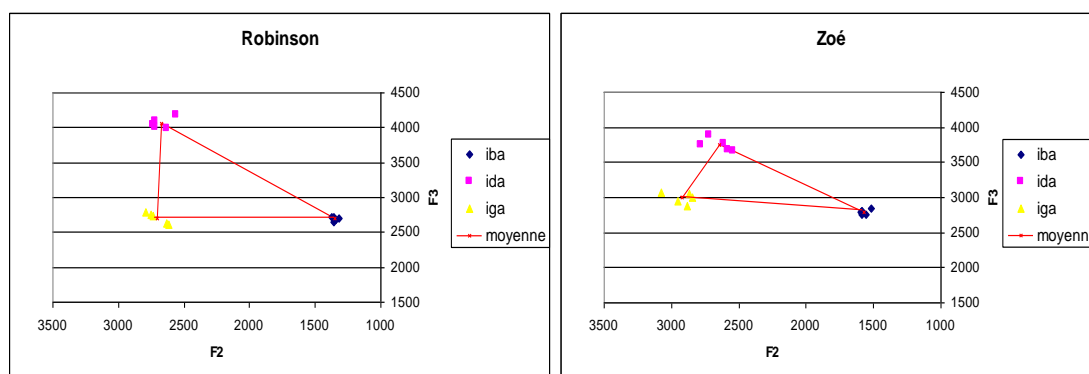


Figure 223 et 224 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par Robinson et Zoé, locuteurs sains âgés de 9 ans.

VIII.2.1.2. Sujets sains âgés de 12 ans

10 locuteurs sains ont été retenus pour cette étude. Le groupe compte 7 garçons et 3 filles. Nous n'avons pas remarqué de différence garçon/fille pour les valeurs de F2 et F3.

Le graphique ci-dessous (Figure 225) montre des différences interindividuelles assez importantes, surtout pour la production du [b] (nous avons en effet des valeurs de F2 allant de 1032 Hz pour un locuteur à 1828 Hz pour un autre). Cela peut être lié à l'âge, qui correspond à une période de mue de la voix pour les garçons, pouvant engendrer des transformations au niveau formantique.

En revanche, nous pouvons constater que les régions de production de chaque consonne sont bien respectées, avec [b] et [g] différents au niveau des valeurs de F2 et [g] et [d] différents au niveau des valeurs de F3. Ici aussi, le [g] est bien produit avec des valeurs de F2=F3 chez ces locuteurs.

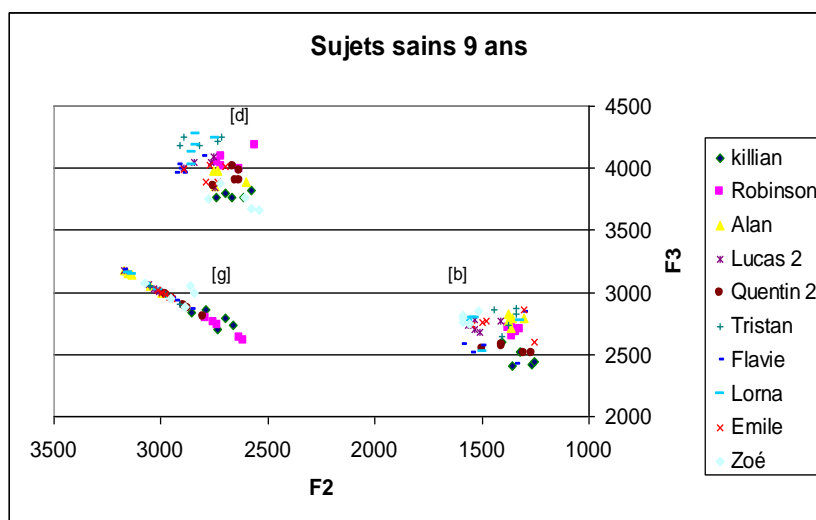


Figure 225 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs sains âgés de 12 ans.

Comme pour les enfants de 9 ans, nous avons choisi de montrer des graphiques individuels (Figures 226 et 227) afin de faciliter la lecture des résultats pour certains locuteurs.

Ces deux graphiques montrent la dispersion des valeurs de F2 et F3 pour chacune des 3 occlusives sonores. Même si la variabilité interindividuelle est assez élevée pour ce groupe de locuteurs, nous constatons qu'elle reste assez faible au niveau intra individuelle.

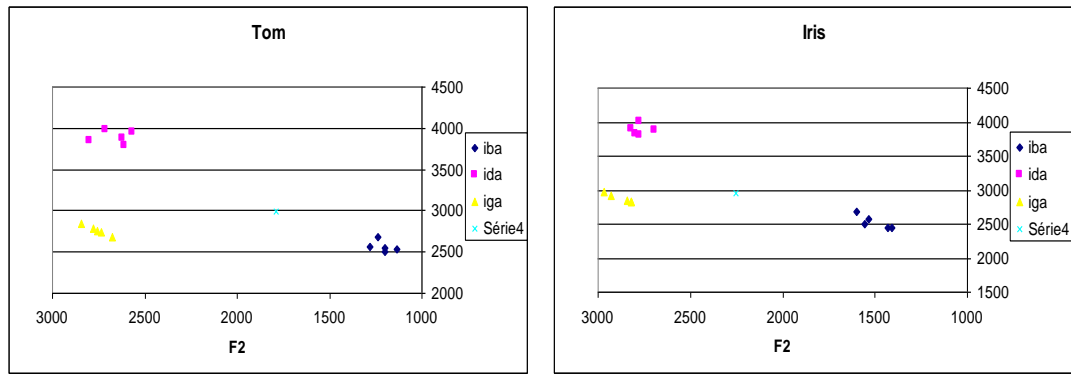


Figure 226 et 227: Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par Tom et Iris, locuteurs sains âgés de 12 ans.

VIII.2.1.3. Sujets sains âgés de 15 ans

Nous avons 3 locuteurs pour ce groupe ; 2 filles et un garçon.

Le graphique ci-dessous (Figure 228) illustre clairement la variabilité interindividuelle existante entre les 3 locuteurs. A cet âge, la différence homme-femme est déjà établie, avec des valeurs formantiques plus basse pour l'homme.

Il faut noter cependant que chaque locuteur garde les mêmes écarts de valeur entre chaque occlusive, ce qui montre bien qu'au niveau individuel la production de chaque occlusive est bien distincte, avec les mêmes marges de différence (environ 1000 Hz de différence entre [g] et [d] au niveau de F3 et 800 Hz de différence entre la production de [g] et [b] au niveau de F2 pour chacun des locuteurs.).

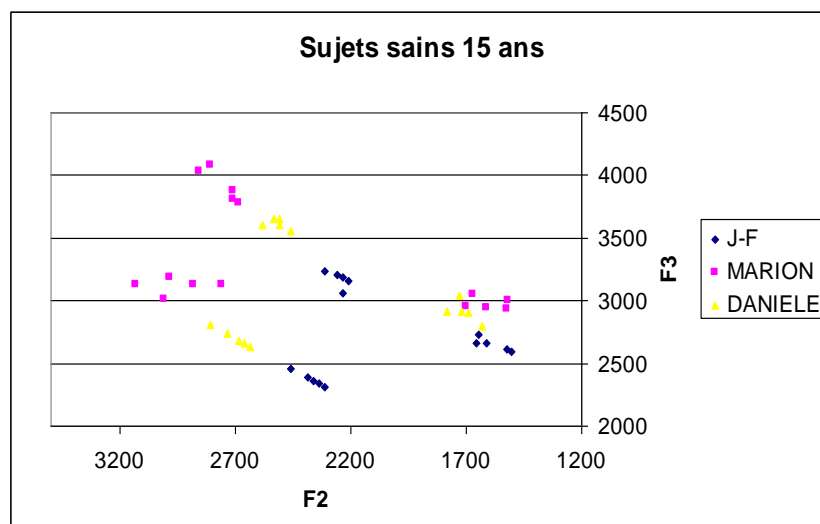


Figure 228 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs sains âgés de 15 ans.

Le graphique ci-dessous (Figure 229) montre la corrélation entre F2 et F3 pour ces locuteurs, nous pouvons constater qu'en effet les valeurs des trois locuteurs ont un coefficient de corrélation

assez élevé (1.4), avec un coefficient de détermination de 0.97, révélateur du faible taux de variabilité.

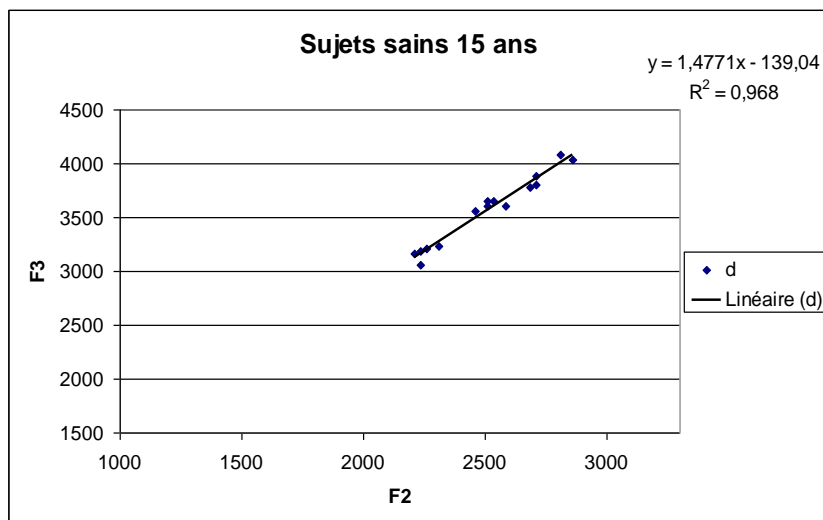


Figure 229 : Zoom sur les valeurs de F2 et F3 lors de la production du [d] par les locuteurs sains âgés de 15 ans, avec coefficient de détermination.

VIII.2.1.4. Sujets sains âgés de 18 ans

Les valeurs des locuteurs âgés de 18 ans (*cf.* Figure 230) suivent celles des locuteurs de 15 ans ; le locuteur masculin présente des valeurs formantiques plus basses que les locuteurs féminins, et ce pour les trois consonnes. Cette distinction homme-femme est toutefois plus accentuée que chez les locuteurs âgés de 15 ans.

Ici encore, les mêmes distances sont conservées entre les 3 consonnes, qui sont donc réalisées de façon bien distinctes. Aussi, la variabilité intra-locuteur reste faible.

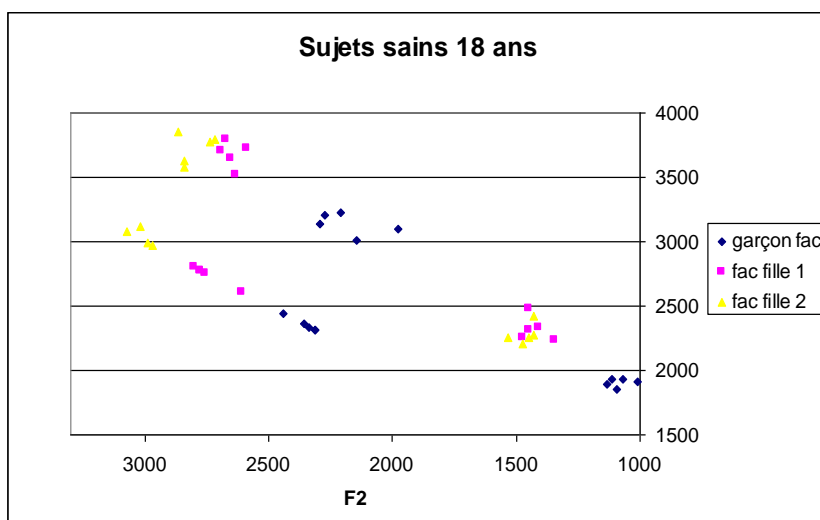


Figure 230 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs sains âgés de 18 ans.

VIII.2.1.5. Comparaison des locuteurs sains en fonction de l'âge

Le graphique ci-dessous (Figure 231) montre l'évolution des valeurs de F2 et F3 pour la production des 3 occlusives sonores [b], [d] et [g] chez les locuteurs sains en fonction de l'âge. Nous pouvons constater l'évolution attendue, c'est-à-dire que les valeurs formantiques diminuent avec l'âge. Malgré les différences d'âges, les écarts entre les valeurs de F2 et F3 sont conservés, ce qui signifie que chaque occlusive habite bien une zone articulaire qui lui est propre, en opposition avec les autres. Les valeurs de chaque consonne restent regroupées dans espace défini sans interaction avec les autres espaces. Le graphique ci-dessous (Figure 231), qui regroupe les valeurs de tous les locuteurs sains, illustre cela.

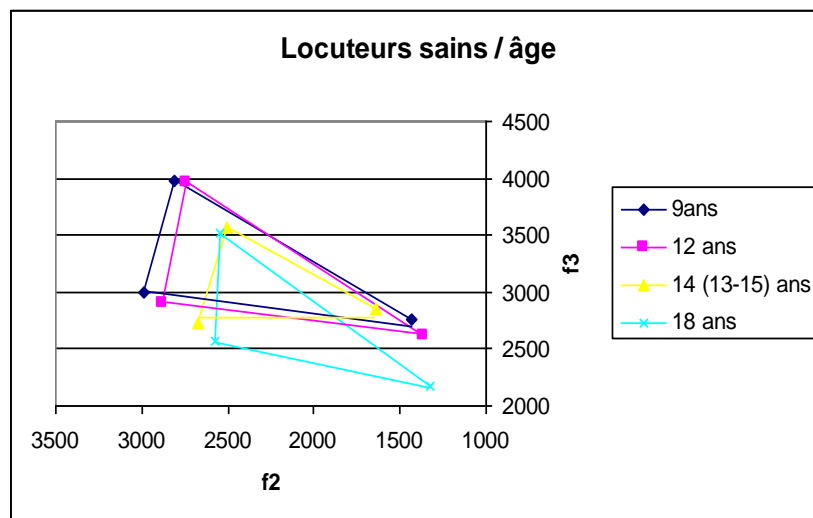


Figure 231 : Moyennes des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs sains âgés de 9, 12, 15 et 18 ans.

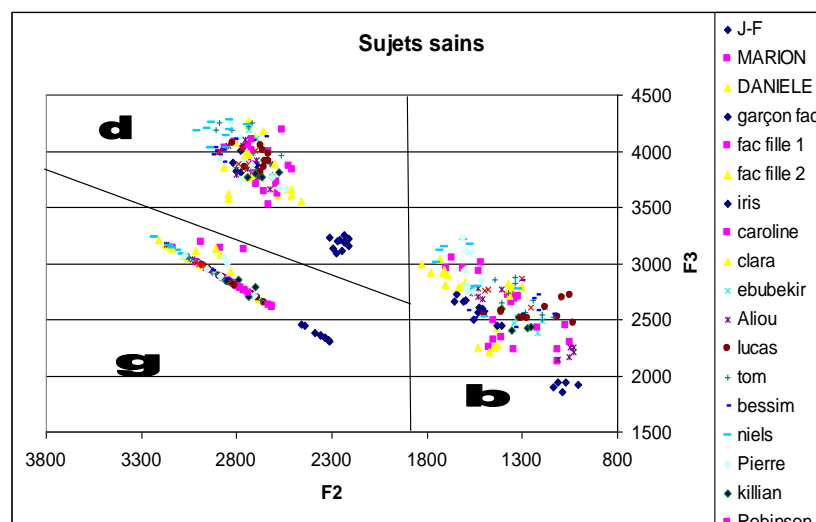


Figure 232 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs sains âgés de 9, 12, 15 et 18 ans.

Bien que les espaces consonantiques soient bien distincts, remarquons que les productions du [d] des locuteurs masculins de 15 et 18 ans (cf. losanges bleus sur le graphique ci-dessous ; Figure 233) rejoignent les valeurs de production du [g] des locuteurs plus jeunes et des locuteurs féminins sur le plan de F3. Ce sont donc bien les rapports intra-individuels qu'il faut retenir.

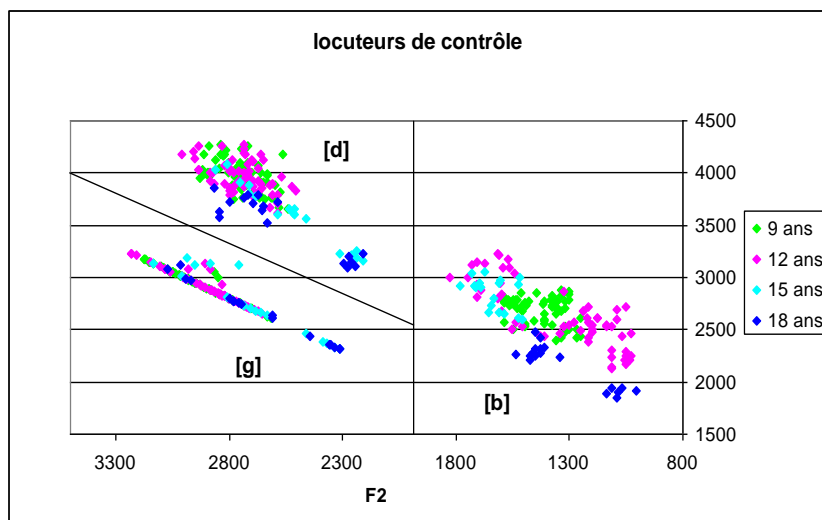


Figure 233 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs sains âgés de 9, 12, 15 et 18 ans.

Pour résumer

En ce qui concerne les mesures des valeurs de F2 et F3 dans des productions des 3 occlusives sonores du français chez les locuteurs sains, nous pouvons retenir que :

(1) Malgré les variabilités interindividuelles liées surtout à l'âge et au sexe des locuteurs, trois zones de productions peuvent être déterminées pour la production des trois consonnes. Les résultats de ces locuteurs suivent donc bien les caractéristiques formantiques de production de chaque consonne, à savoir les propriétés suivantes : [b] et [g] distincts par les valeurs de F2, et [d] et [g] par les valeurs de F3. Le [g] est bien produit, chez presque tous les locuteurs, avec des valeurs de F2=F3.

Cela peut être révélateur des limites des zones de viabilité d'une consonne (cf. Chapitre I., section 3.).

(2) Au sein d'un groupe de locuteurs du même âge, la variabilité interindividuelle reste faible. Cela est le cas aussi chez les locuteurs de 9 ans. Or nous nous attendions à un taux de variabilité plus élevé dans la mesure où il s'agit d'enfants. Il est attesté que c'est à partir de 14-15 ans, période de mue de la voix des garçons, que les locuteurs se distinguent en fonction du sexe.

(3) Le taux de variabilité intra-individuelle reste faible aussi chez les locuteurs les plus jeunes.

Nous avons analysé ici les productions des locuteurs sains, intéressons nous à présent aux productions des locuteurs pathologiques.

VIII.2.2. Locuteurs pathologiques

Les pathologies pouvant être très différentes, nous avons choisi de présenter d’abord les résultats des locuteurs en fonction de leur pathologie, et de leur âge. Nous procédons ainsi à une comparaison entre locuteurs sains et locuteurs pathologiques en fonction de leur âge et du type de fente.

Les locuteurs pathologiques sont répartis ici en 4 groupes ;

Les fentes de type 1 : fente palatine postérieure,

Les fentes de type 3 : fente labio-palatine unilatérale

Les fentes de type 4 : fente labio-palatine unilatérale totale et

Les fentes de type 5 : fente sous-muqueuse

Nous présenterons chaque groupe par âge, sachant que tous les groupes d’âge ne seront pas représentés.

VIII.2.2.1. Locuteurs pathologiques porteurs d’une fente de type 1

Dans ce groupe, nous avons 4 locuteurs de 9 ans, 1 de 15 ans et 2 de 18 ans. Le groupe de 12 ans n’est pas représenté pour cette pathologie. Considérant le nombre très peu élevé de locuteurs dans chacune des catégories, nous avons opté pour une présentation individuelle des résultats pour les mêmes raisons citées *supra*.

VIII.2.2.1.1. Locuteurs pathologiques porteurs d’une fente de type 1, âgés de 9 ans

Afin de rendre compte de la variabilité élevée des résultats de ce groupe, nous présentons 2 graphiques différents. Sur le premier (Figure 234), nous pouvons voir que, globalement, les zones de productions sont respectées au niveau de F2 et F3 lors de la réalisation des trois consonnes sonores.

Bien que les locuteurs pathologiques semblent respecter les zones de production de chaque consonne sur le graphique ci-dessus (Figure 234), certains locuteurs, comme Safia, par exemple, ont des valeurs formantiques proches lors de la réalisation de [g] et de [d] (respectivement 2802 HZ pour F2 et 3430 HZ pour F3 et 2679 HZ pour F2 3901 HZ pour F3).

Cela est observable sur le second graphique, (Figure 235), qui montre les réalisations par locuteurs. Cette proximité entre les points peut être révélatrice de la difficulté que présente la locutrice à produire les consonnes de façon distincte. Ainsi, les deux lieux d’articulation de

chacune des consonnes convergent vers un même point et les deux réalisations pourront être confondues. Notons que cela n'est le cas que pour certaines répétitions ; ce fait souligne le caractère variable et fragile de ces articulations. La locutrice semble essayer de distinguer les deux consonnes dans leur réalisation (F2 présente des valeurs particulièrement élevées pour certaines répétitions de la consonne [g] ; jusqu'à 3552 Hz), mais reste irrégulière dans ses productions (l'écart type pour le F2 de [g], par exemple, est de 342 Hz pour une moyenne de 3188 Hz). La Figure 236, présentée plus bas, révèle une configuration particulière du triangle consonantique de cette locutrice. En effet, loin d'être un triangle rectangle (tel que nous l'attendons, selon l'illustration d'Abry 2003), le [g], au lieu d'être réalisé sur le même plan que le [d] au niveau de F2, le rejoint plutôt au niveau de F3 (avec des valeurs autour de 3700 Hz) et présente une valeur de F2 plus élevée (3188 Hz pour [g] vs. 2573 Hz pour [d]).

Au regard des valeurs des aires de ces triangles, nous constatons que le triangle de cette locutrice est celui dont l'aire est la plus petite (444 KHz², tandis que l'aire des autres locuteurs pathologiques varie entre 771 KHz² et 1263 KHz²). Cela pourrait témoigner de l'amplitude des mouvements articutoires moins importante chez cette locutrice et pourrait expliquer la proximité des lieux d'articulation des consonnes [d] et [g].

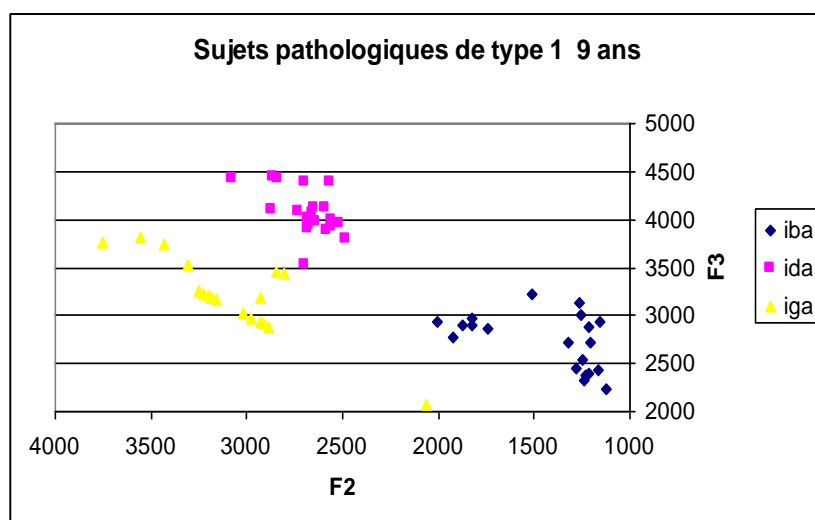


Figure 234 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 1 âgés de 9 ans.

Par rapport aux résultats attendus, nous remarquons surtout les différences de réalisation entre [g] et [d], qui ont des valeurs très éloignées de F2 alors que ces réalisations ne sont « normalement » pas distinctes sur ce plan. Ces locuteurs étant porteurs d'une fente palatine postérieure, nous pensons que le point d'articulation de la consonne vélaire est antériorisé, et par conséquent plus proche du [d] en raison de la cicatrice qui peut être une gêne à la réalisation du contact.

Remarquons la variabilité qui, si elle est élevée au niveau interindividuel, est assez peu importante au niveau intra-individuel, relativement, dans la mesure où il s'agit d'enfants. Rappelons en effet que la variabilité intra-individuelle est présente au cours du développement et que les productions des enfants sont généralement plus variables que chez les

adultes. Notons que cette variabilité atteint principalement les réalisations postérieures, c'est-à-dire au niveau de la fente.

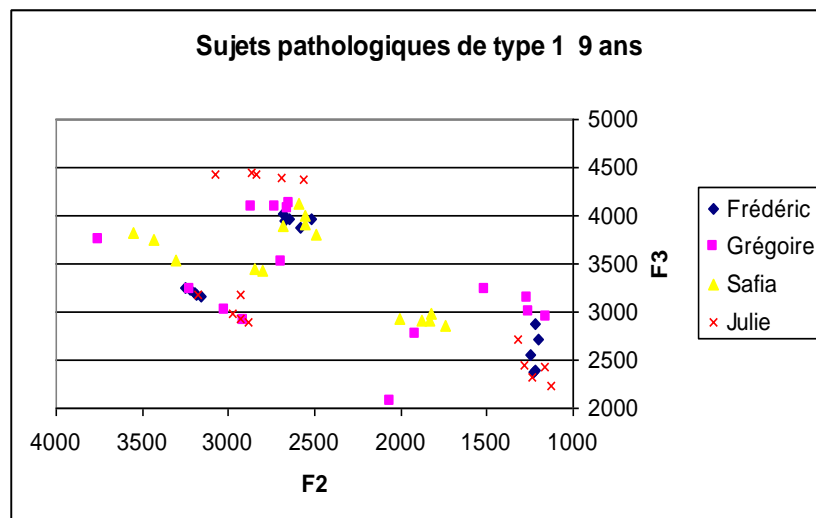


Figure 235 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 1 âgés de 9 ans.

Le graphique ci-dessous (Figure 236) montre qu'une des locutrices, Julie, présente un triangle dont l'aire est trois fois supérieure (1263 KHz^2) à l'aire du triangle d'une autre locutrice, Safia (444 KHz^2). Cela témoigne de différences articulatoires opérées par ces locuteurs. Notons que le triangle le plus grand est celui qui présente une configuration la plus proche du modèle attendu (par rapport au schéma proposé par Abry, 2003). Il semblerait donc qu'une hyperarticulation permettrait davantage de justesse dans les réalisations consonantiques, chez ces locuteurs aussi.

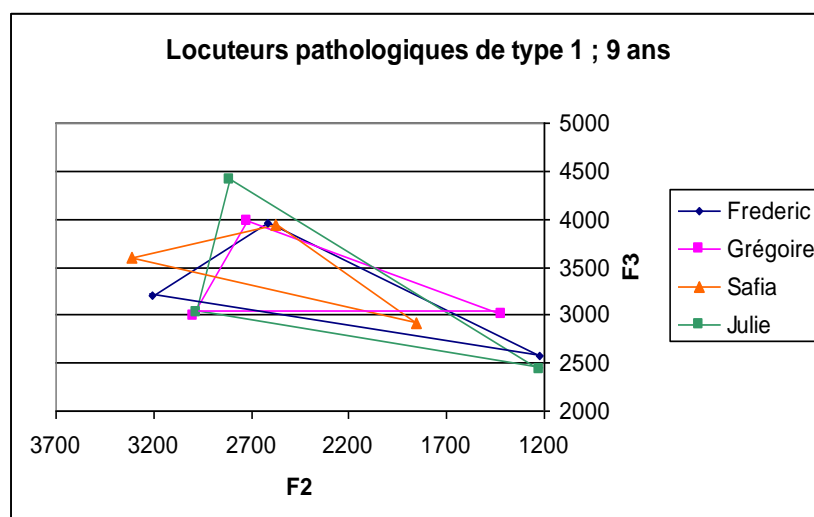


Figure 236 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 1 âgés de 9 ans.

Tableau 56 : Aire des triangles consonantiques.

Locuteur	Aire (en Hz ²)
Frederic	926.437
Grégoire	771.628
Safia	444.551
Julie	1263.064

VIII.2.2.1.2. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 1, âgés de 15 ans

Une locutrice compose cette catégorie d'âge, nos hypothèses seront donc davantage des observations plutôt que des conclusions par rapport à cet âge et ce type de pathologie. Observons tout de même la grande variabilité des valeurs de F2 et F3 pour la production de la consonne apico-alvéodentale [d] (Figure 237). Notons qu'ici la locutrice a un F2 moyen plus faible pour [g] (2411 Hz) que pour [d] (2693 Hz), contrairement aux locuteurs de 9 ans vus *supra*. Ce décalage est nettement visible sur le graphique ci-dessous, présentant le triangle consonantique de cette locutrice. Les écarts types étant élevés (330 Hz pour [g] et 230 pour [d]), cette différence ne peut être considérée comme significative.

Les différences observées pourraient être liées à un réajustement exagéré au phénomène observé chez les locuteurs de 9 ans. Il ne s'agit ici que d'une remarque. En effet, rappelons-le, il est difficile d'émettre une hypothèse à partir des résultats d'un seul locuteur.

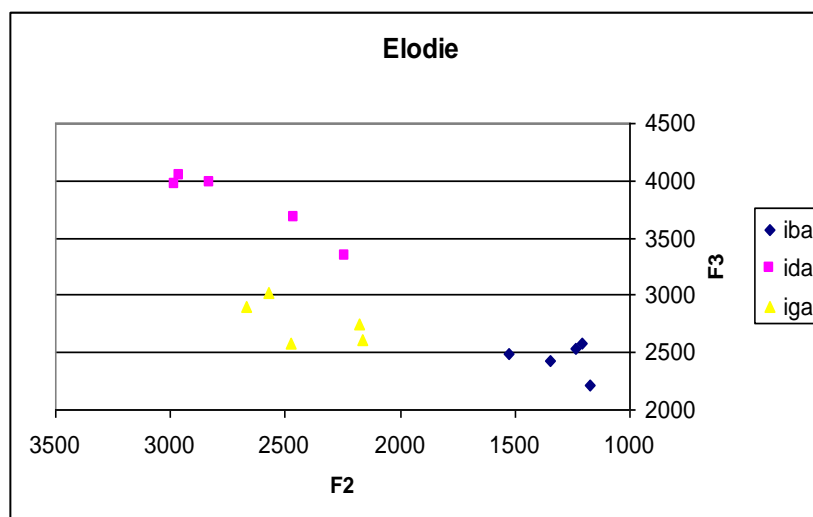


Figure 237 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par un locuteur pathologique de type 1 âgé de 15 ans.

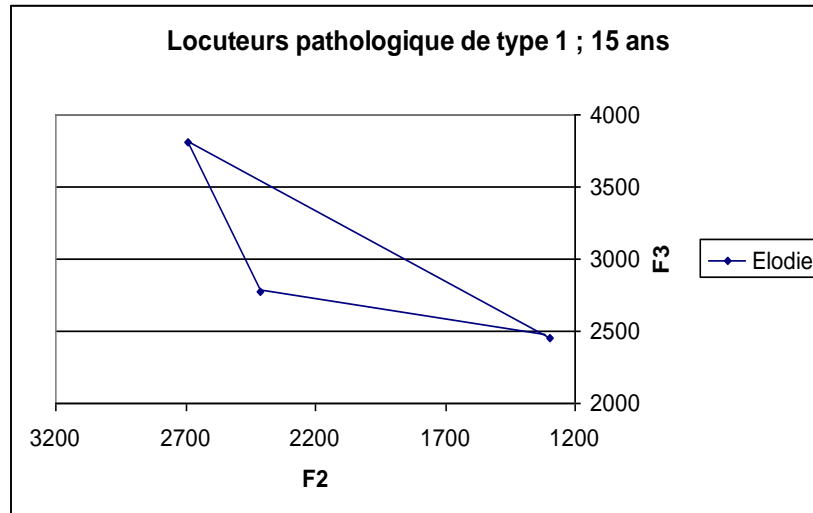


Figure 238 : Aire du triangle consonantique calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 1 âgés de 15 ans.

Tableau 57 : Aire des triangles consonantiques.

Locuteur	Aire (en Hz ²)
Elodie	469.463

VIII.2.2.1.3. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 1, âgés de 18 ans

Ce groupe de locuteurs est constitué de 2 individus : 1 fille et 1 garçon.

En ce qui concerne la variabilité interindividuelle nous constatons que les valeurs formantiques sont plus basses chez le locuteur masculin ; cela est commun chez les locuteurs de cet âge. La variabilité intra-individuelle est assez faible. Sur le plan de F2, les valeurs se rapprochent du modèle attendu dans la mesure où [d] et [g] sont produits avec des valeurs peu éloignées, mais les valeurs diffèrent bien sur le plan de F3 (environs 1500 Hz d'écart) (*cf.* Figure 239).

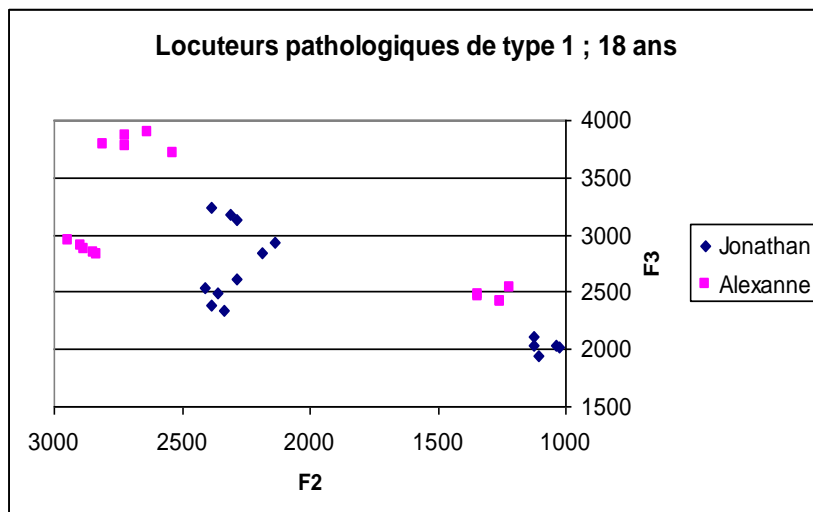


Figure 239 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par deux locuteurs pathologiques de type 1 âgés de 18 ans.

Comme les locuteurs de 9 ans atteints du même type de fente, nous constatons que F2 est plus grand pour le [g], par rapport au [d]. Bien que les deux locuteurs présentent des triangles ayant une configuration semblable, notons que l'aire de ce triangle consonantique est deux fois plus élevée chez Alexanne par rapport à Jonathan, avec des aires respectives de 781 KHz² et 398 KHz² (cf. Figure 240).

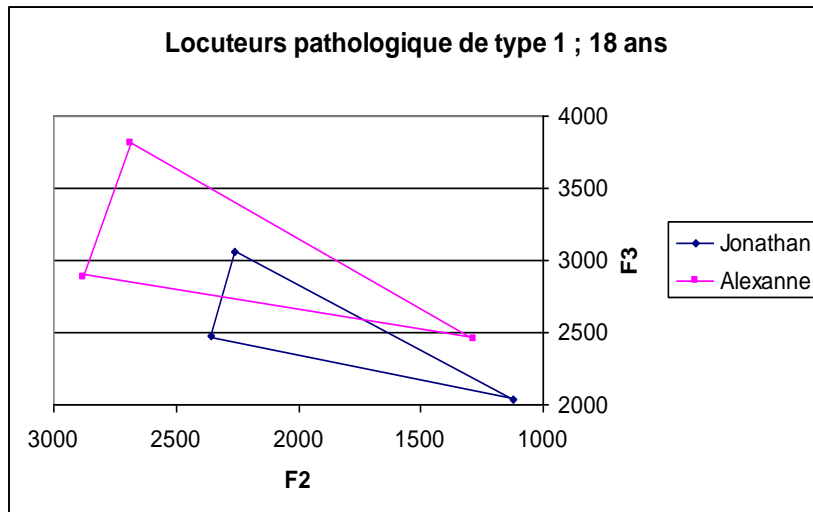


Figure 240 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 1 âgés de 18 ans.

Tableau 58 : Aire des triangles consonantiques.

Locuteur	Aire (en Hz ²)
Jonathan	398048
Alexanne	780696

VIII.2.2.1.4. Comparaison des locuteurs pathologiques de type 1 en fonction de l'âge

Le graphique ci-dessous (Figure 241) montre l'évolution des valeurs de F2 et F3 en fonction de l'âge, il apparaît que ces valeurs diminuent avec l'âge, comme attendu. Par ailleurs, les trois occlusives, avec les valeurs moyennes, conservent des zones de lieu d'articulation bien distinctes.

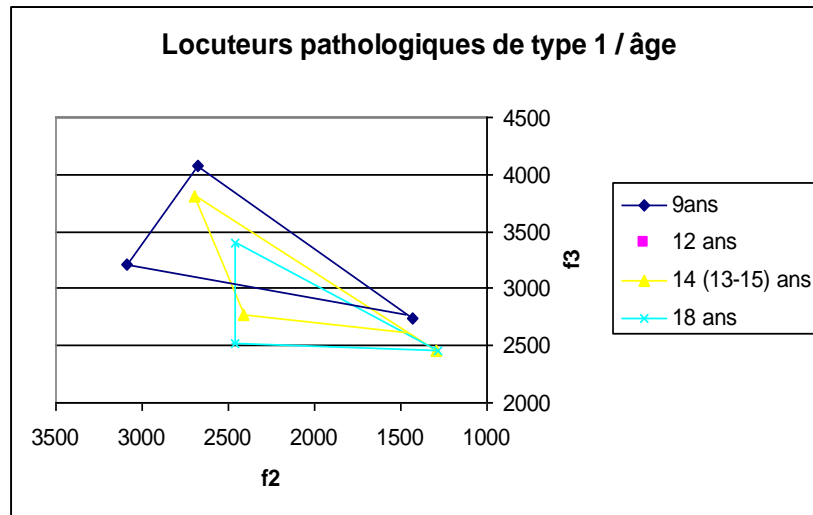


Figure 241 : Moyennes des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 1 âgés de 9, 12 et 18 ans.

Le graphique ci-dessous (Figure 242), qui regroupe toutes les valeurs de chacun des locuteurs de ce groupe, révèle le degré élevé de variabilité interlocuteur. En effet, il est impossible de délimiter des zones de contact articuloire pour les différentes consonnes. Le même constat peut être fait à partir de la Figure 243, qui regroupe les valeurs des locuteurs pathologiques de type 1 âgés de 9, 15 et 18 ans.

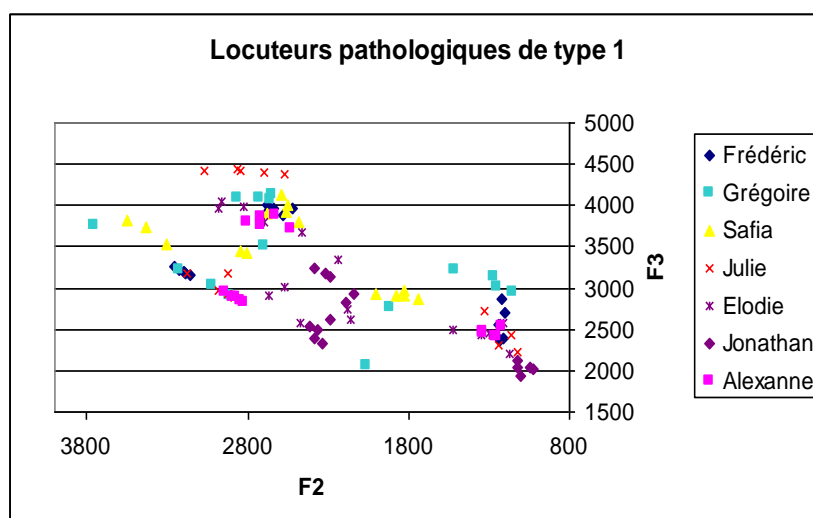


Figure 242 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 4 âgés de 9, 15 et 18 ans.

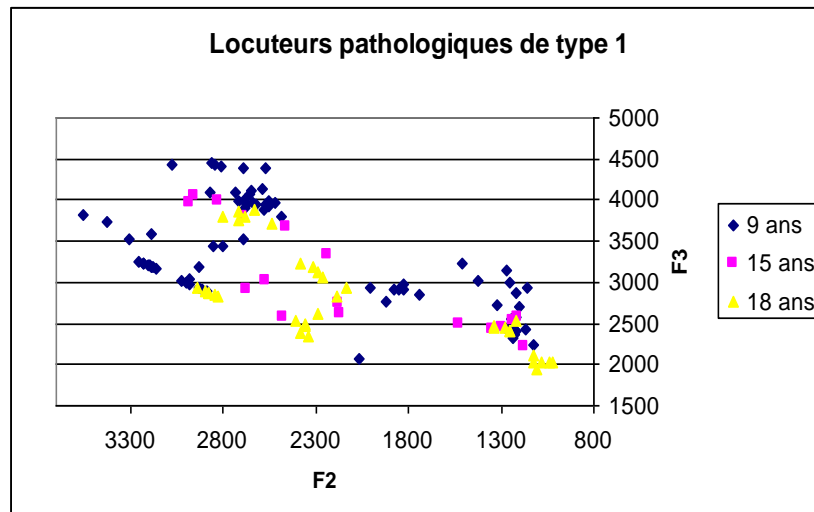


Figure 243 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 4 âgés de 9, 15 et 18 ans.

Pour résumer

Les locuteurs de type 1 (fente palatine postérieure) montrent très peu de variabilité inter et intra-individuelle au niveau de la production de la bilabiale [b], résultat attendu dans la mesure où ces locuteurs, porteurs d'une fente palatine postérieure, ne présentent aucune gêne au niveau labial.

En revanche, nous pouvons constater une perturbation des productions de [d] et [g], qui sont souvent réalisées avec un F3 voisin, alors que ce paramètre doit différencier les zones de réalisation de ces deux consonnes. De plus, il est assez rare que [d] et [g] soient réalisés avec une même valeur de F2, tel que l'on s'y attendait par rapport aux schémas de transition type.

Notons encore que le [g] est la consonne qui semble leur poser le plus de problème, ce qui va dans le sens des résultats attendus au vu de leur pathologie. En effet, cette consonne doit être réalisée normalement avec un $F2=F3$, or ce résultat n'apparaît chez aucun des locuteurs de cette catégorie.

Enfin, rappelons que les remarques ci-dessus sont à prendre avec une relative précaution ; il est en effet impossible d'émettre une quelconque conclusion à partir d'un nombre si peu élevé de locuteurs. Ces données sont en revanche rares et riches, et nous permettent de mettre en avant des tendances révélatrices du système de réajustement des locuteurs porteurs de fente.

VIII.2.2.2. Pathologique de type 3

VIII.2.2.2.1. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 3, âgés de 9 ans

5 locuteurs constituent ce groupe, 4 garçons et 1 fille.

Nous constatons que ce groupe de locuteurs montre des valeurs très variables au niveau inter et intra individuel. Le graphique ci-dessous (Figure 244) illustre nettement la dispersion des valeurs.

Les locuteurs ont été opérés d'une fente labio-palatine totale unilatérale, mais remarquons que le [b] semble correctement produit par tous les locuteurs, avec, par ailleurs, le moins de variabilité tant inter que intra-individuelle. Il semble donc que la fente labiale n'a ici aucun impact, contrairement à la fente palatine qui influe sur la production des consonnes [d] et [g]. En effet, le [g] surtout semble poser problème ; peu de locuteurs le produisent avec $F2=F3$, et le degré de variabilité est étonnant pour cette consonne (environ 600 Hz de différence entre deux réalisations, au niveau de F2 et de F3 chez Jérémy par exemple).

La locutrice ne montre aucune distinction entre les différentes consonnes, notons qu'elle réalise des [n] à la place des [d], et des [ŋ] à la place des [g], nasalisant donc les consonnes demandées.

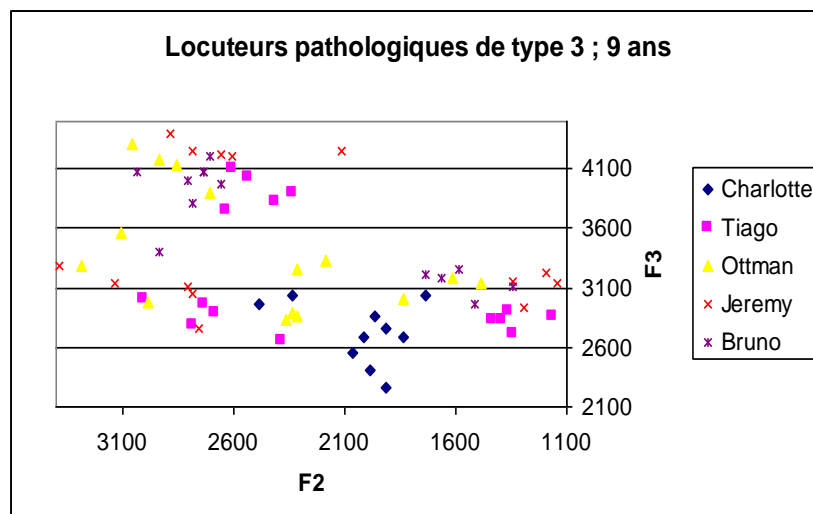


Figure 244 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g].

Le graphique ci-dessous (Figure 245) nous permet de constater que 3 des locuteurs opèrent des stratégies similaires, avec des valeurs de F2 légèrement plus importantes lors de la réalisation du [g] par rapport au [d].

Notons en revanche les écarts importants entre les valeurs des aires de ces différents triangles ; celle-ci va jusqu'à être multipliée par quatre entre deux des locuteurs. Peut-être certains locuteurs ont-ils davantage besoin d'hyper-articuler, par rapport à d'autre, pour accéder à la même configuration articulatoire. En effet, la précision du geste articulatoire, et son contrôle, serait

spécifiquement adaptée à la morphologie du conduit vocal de chaque locuteur, expliquant la multitude de stratégies individuelles mises en œuvre pour un même résultat.

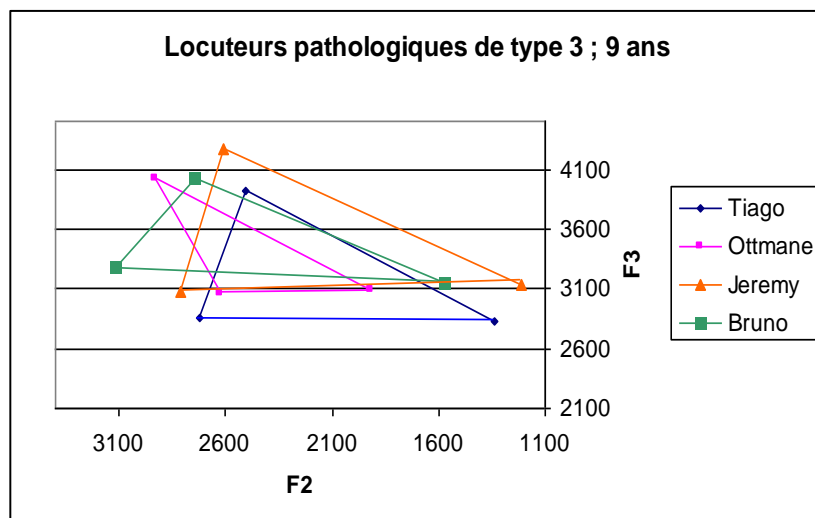


Figure 245 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 3 âgés de 9 ans.

Tableau 59 : Aire des triangles consonantiques.

Locuteur	Aire (en Hz ²)
Tiago	738.750
Ottmane	343.814
Jeremy	1046.002
Bruno	602.273

VIII.2.2.2.2. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 3, âgés de 12 ans

4 locuteurs masculins composent ce groupe.

Le graphique ci-dessous (Figure 246) a été réalisé à partir des valeurs absolues de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par 4 locuteurs pathologiques de type 3 âgés de 12 ans.

Ce graphique illustre principalement l'immense variabilité, une nouvelle fois inter et intra individuelle.

Le fait le plus remarquable chez ce groupe de locuteur est la confusion des valeurs de F2 et F3 pour la réalisation de [d] et [g]. Il semble qu'il y ait une neutralisation du lieu d'articulation, contrairement à ce que laisse paraître la moyenne. Notons en revanche qu'au niveau intra individuel le [b] est toujours bien réalisé, avec peu de variabilité.

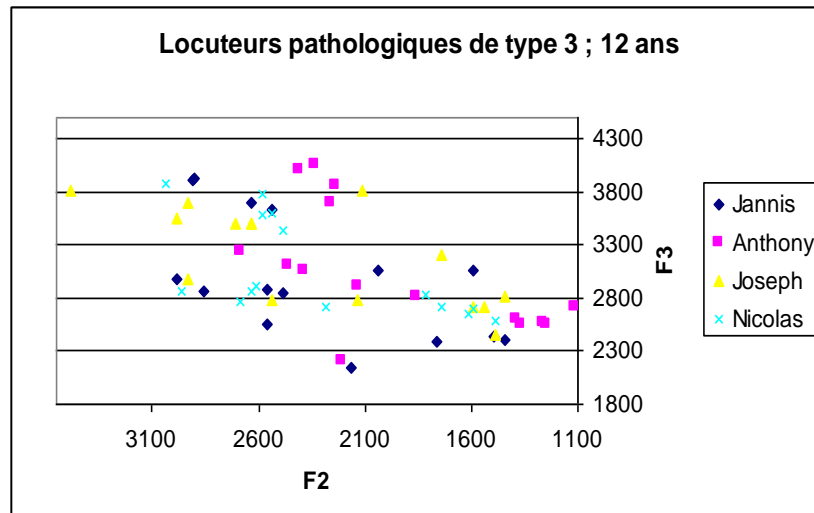


Figure 246 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par 4 locuteurs pathologiques de type 3 âgés de 12 ans.

Les locuteurs de ce groupe ont tous des triangles consonantiques d'une aire équivalente (430.000 Hz² environs) sauf Janis, qui présente un triangle plus petit, du fait des points de productions du [b] et du [g] qui sont plus proches. En revanche, à part Joseph, chez qui le F2 est très différents entre le [d] et le [g] (quasiment 400 Hz d'écart), les trois autres locuteurs présentent des triangles dont la configuration correspond au modèle attendu (triangle rectangle « en [g] »). Il est possible qu'à 12 ans, ils aient trouvé une façon de réajuster les gestes articulatoires afin d'obtenir le son désiré.

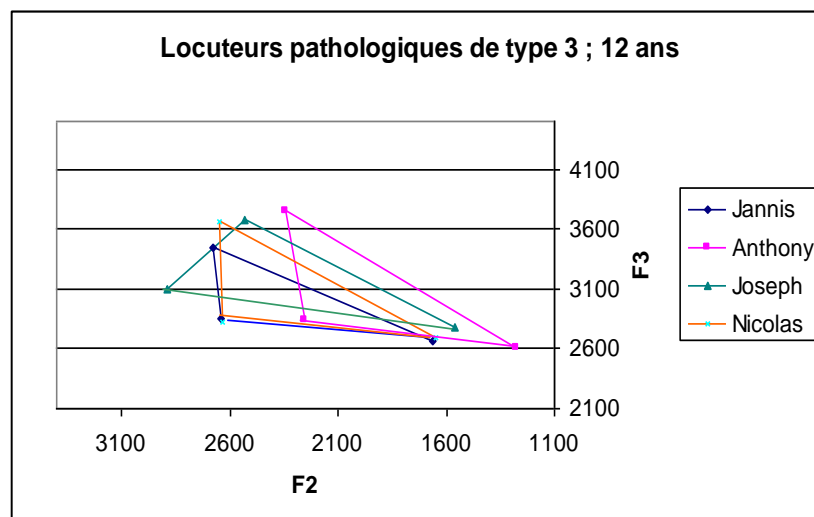


Figure 247 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g].

Tableau 60 : Aire des triangles consonantiques.

Locuteur	Aire (en Hz ²)
Janis	283.291
Anthony	430.712
Joseph	441.919
Nicolas	412.016

VIII.2.2.2.3. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 3, âgés de 15 ans

Deux locuteurs masculins composent ce groupe.

Chez ces deux locuteurs, le [b] est à nouveau bien réalisé, appuyant l'hypothèse selon laquelle la fente labiale n'a aucun impact sur la réalisation bilabiale (*cf.* Figure 248).

En ce qui concerne la production des deux autres consonnes, notons en premier lieu la grande variabilité intra individuelle, principalement sur le plan de F2. Même si les deux consonnes sont réalisées de façon distincte sur le plan articulatoire, il semble que ces réalisations restent hésitantes et donc irrégulières. Notons que les valeurs de F2 sont équivalentes pour les productions de [d] et [g], et bien distinctes sur le plan de F3, comme attendu (*cf.* Figures 249 et 250).

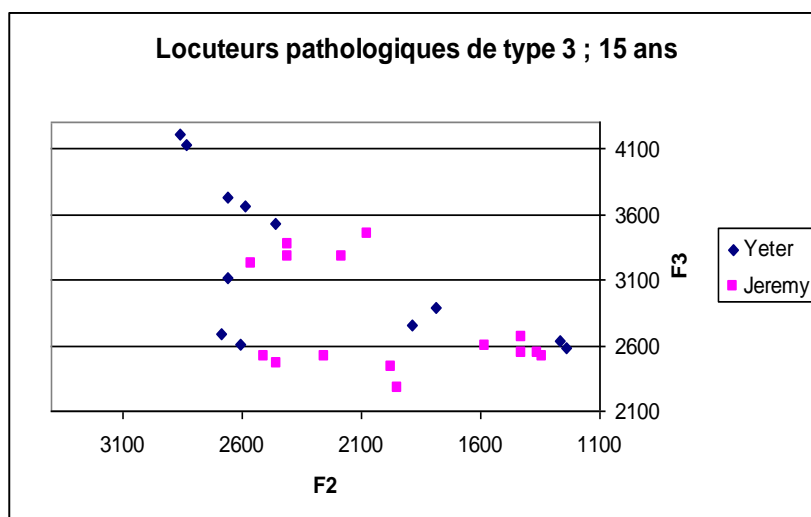


Figure 248 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par 2 locuteurs pathologiques de type 3 âgés de 15 ans.

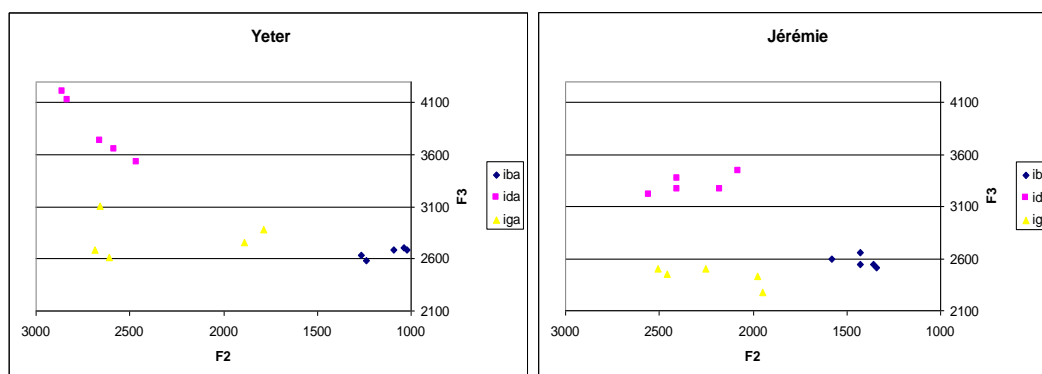


Figure 249 et 250 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les 2 locuteurs pathologiques de type 3 âgés de 15 ans.

La variabilité inter-individuelle est importante également chez ces deux locuteurs. Cela est visible aussi sur le graphique ci-dessous (Figure 251) ; même si les deux locuteurs ont des triangles d'une configuration similaire, l'aire de ces triangles est très différente chez chaque locuteur, passant du simple au double.

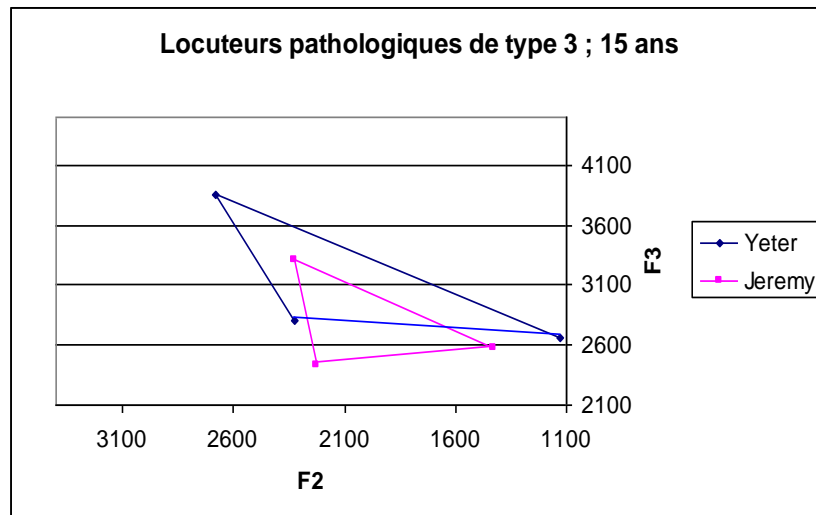


Figure 251 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 3 âgés de 15 ans.

Tableau 61 : Aire des triangles consonantiques.

Locuteur	Aire (en Hz ²)
Yeter	595.699
Jeremy	357.270

VIII.2.2.2.4. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 3, âgés de 18 ans

Nous n'avons qu'une locutrice pour ce groupe.

Cette locutrice montre très peu de variabilité dans ses productions de la bilabiale [b], allant dans le sens des autres locuteurs ; la cicatrice labiale semble sans incidence sur la réalisation de cette consonne. Cela peut-être lié (pour des raisons purement mécaniques) au fait qu'il s'agit d'une consonne qui est présente dès le stade du babillage.

Même si les valeurs de F3 restent proches pour la réalisation de [d] et [g], les deux groupes sont bien distincts. Le degré de variabilité est moindre chez cette locutrice ; cela peut être lié à l'âge, mais il reste difficile d'émettre des hypothèses à partir des résultats d'un seul locuteur.

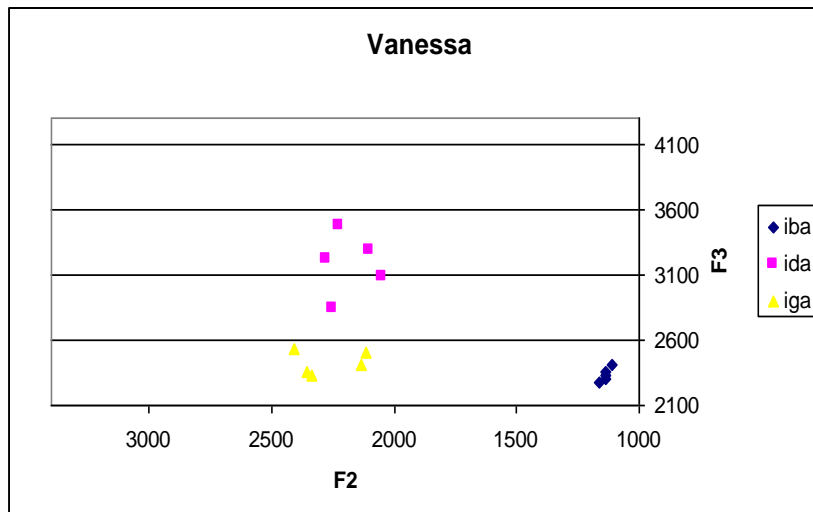


Figure 252 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par une locutrice pathologique de type 3 âgé de 18 ans.

Le triangle de cette locutrice correspond au modèle attendu ; l'aire de ce triangle rejoint les valeurs des aires des triangles des locuteurs de 12 et 15 ans.

Il ne semble pas qu'il y ait de changement de stratégie relatif à l'âge chez ce groupe de locuteurs, atteint d'une fente palatine de type 3.

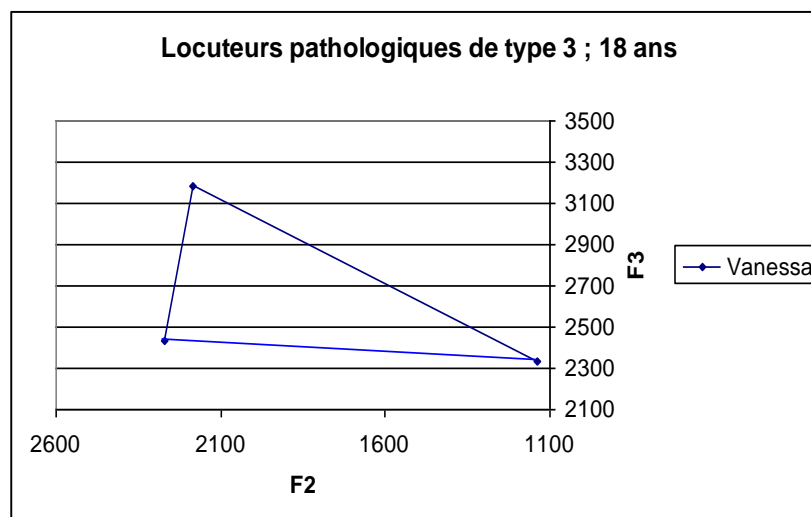


Figure 253 : Aire du triangle consonantique calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par la locutrice pathologique de type 3 âgée de 18 ans.

Tableau 62 : Aire du triangle consonantique.

Locuteur	Aire (en Hz ²)
Vanessa	429.348

VIII.2.2.2.5. Comparaison des locuteurs pathologiques de type 3 par âge

Le graphique ci-dessous (Figure 254) montre l'évolution des valeurs de F2 et F3 en fonction de l'âge. Il apparaît que ces valeurs diminuent avec l'âge, comme attendu. Par ailleurs, les trois occlusives, avec les valeurs moyennes, conservent des zones de lieu d'articulation bien distinctes.

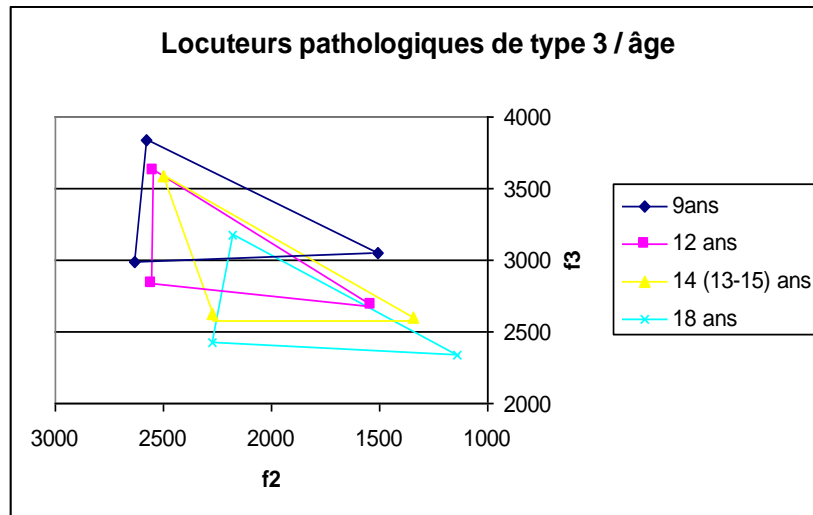


Figure 254 : Moyennes des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 3 âgés de 9, 12, 15 et 18 ans.

Les graphiques ci-dessous (Figures 255 et 256), qui regroupent toutes les valeurs de chacun des locuteurs de ce groupe, révèlent le degré élevé de variabilité interlocuteur. En effet, comme chez les locuteurs pathologiques de type 1, il est impossible de délimiter des zones de contact articulaire pour les différentes consonnes.

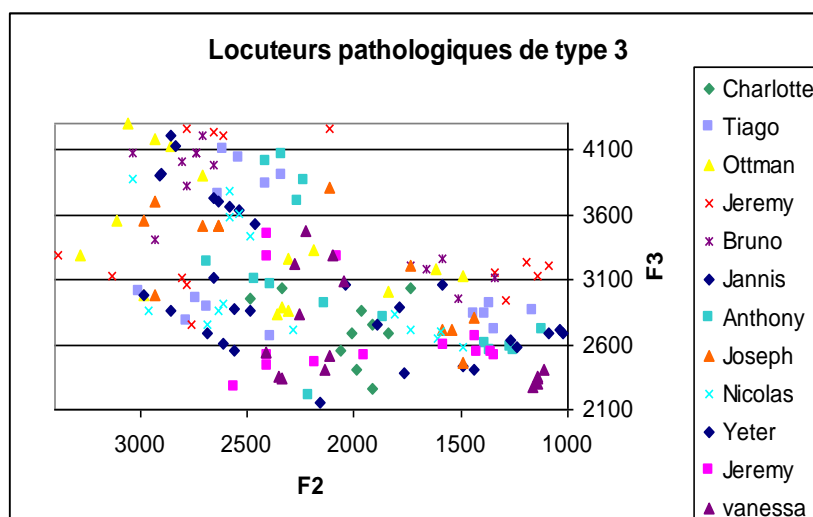


Figure 255 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 3 âgés de 9, 12, 15 et 18 ans.

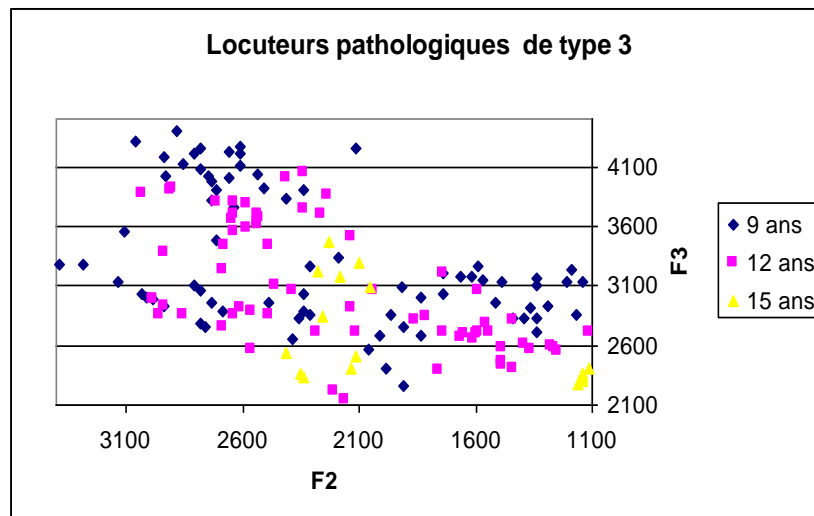


Figure 256 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 3 âgés de 9, 12, 15 et 18 ans.

Pour résumer

Les locuteurs de ce type de pathologie ont été opérés d'une fente labio-palatine unilatérale. Nous retiendrons de l'analyse des valeurs de F2 et F3 que, globalement :

(1) La cicatrice liée à l'opération de la fente labiale n'entraîne aucune perturbation quant à la production de la consonne bilabiale ; celle-ci est toujours correctement réalisée, avec un degré de variabilité très faible.

(2) Les consonnes [d] et [g] sont produites avec des valeurs de F3 très proches jusqu'à l'âge de 15 ans, où les réalisations se distinguent sur le plan articulatoire.

La consonne vélaire apparaît comme étant la plus difficile à produire pour ces locuteurs, dans la mesure où peu d'entre eux affichent les valeurs de réalisation habituelles, soit $F2=F3$.

(3) Le degré de variabilité inter et intra individuelle est très important chez ces locuteurs, à tout âge, même s'il semble se réduire vers l'âge de 18 ans.

VIII.2.2.3. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 4

VIII.2.2.3.1. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 4, âgés de 9 ans

Quatre locuteurs masculins composent ce groupe atteint d'une fente labio-palatine bilatérale.

Nous pouvons noter ici (*cf.* Figure 257) que, comme chez les autres locuteurs pathologiques, la fente labiale, bien que bilatérale, n'engendre pas de conséquence sur la production de la bilabiale. En effet, le [b] est correctement produit par les quatre locuteurs, et se délimite bien des deux autres consonnes sur le plan de F2 et F3.

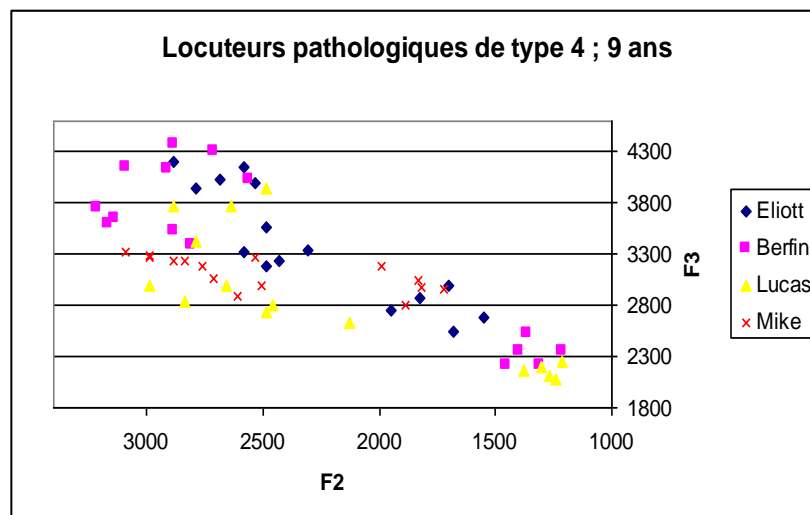


Figure 257 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par 4 locuteurs pathologiques de type 4 âgés de 9 ans.

En revanche, les occlusives vélaire et apico alvéo-dentale présentent des valeurs de F3 très proches. Notons qu'un des locuteurs ne produit quasiment aucune variation de F3 lors de la production des 3 occlusives sonores. Comme chez les locuteurs porteurs d'une fente unilatérale, ces derniers semblent neutraliser le lieu d'articulation des deux occlusives [d] et [g]. Ce trait est par ailleurs plus prononcé chez ces locuteurs, illustrant l'impact de la pathologie, plus important, comme attendu, chez les locuteurs atteints d'une fente bilatérale. Les deux graphiques ci-dessous, mettant en avant la distinction des occlusives tous locuteurs confondus, en témoignent (Figures 258 et 259).

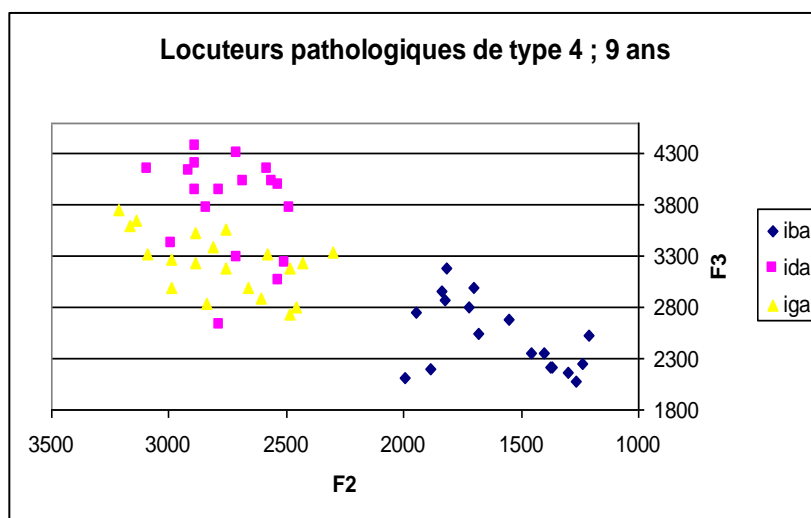


Figure 258 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par 4 locuteurs pathologiques de type 4 âgés de 9 ans.

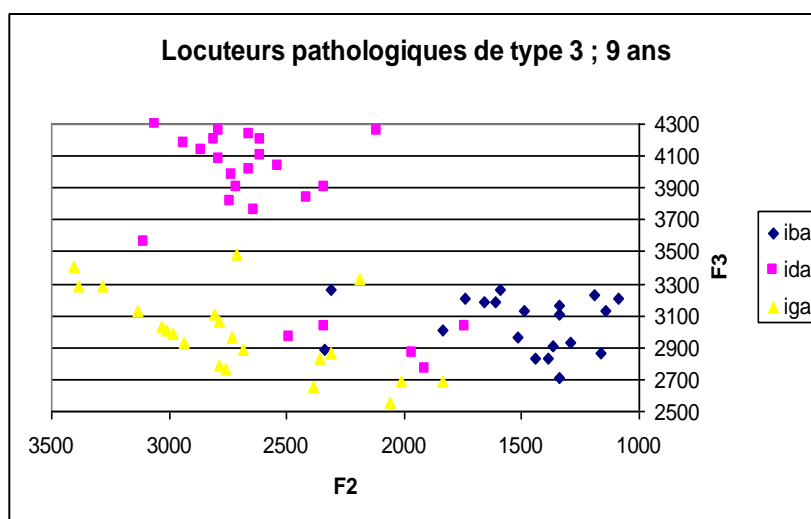


Figure 259 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par 4 locuteurs pathologiques de type 3 âgés de 9 ans.

Notons encore la variabilité interlocuteur, très élevée même pour le [b], ainsi que la variabilité intra-locuteur qui est élevée également pour [d] et [g].

Cette variabilité est visible sur le graphique ci-dessous (Figure 260), qui montre des configurations diverses des triangles consonantiques chez chacun des locuteurs. Notons également les valeurs des aires de ces triangles, qui ont des valeurs très différentes. En particulier, Mike présente un triangle « plat », révélateur de l'amplitude quasi inexistante des mouvements des articulateurs (de la langue, principalement).

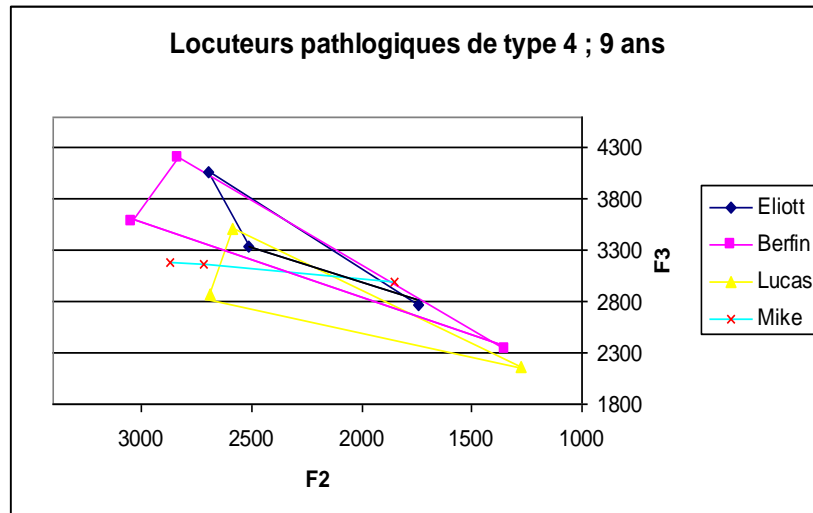


Figure 260 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 4 âgés de 9 ans.

Tableau 63 : Aire des triangles consonantiques.

locuteurs	Aire (en Hz ²)
Eliott	232.662
Berfin	656.454
Lucas	485.200
Mike	8.477

VIII.2.2.3.2. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 4, âgés de 12 ans

Quatre locuteurs, deux garçons et deux filles, forment ce groupe.

Les résultats sont très différents chez chacun des locuteurs de ce groupe (*cf.* Figure 261). En effet, les écarts types sont très élevés, allant jusqu'à 272 Hz et 318 Hz pour des moyennes respectivement de 2715 Hz pour F2 et 2976 Hz pour F3 lors de la production du [g]. Ceci est visible sur le graphique ci-dessus. Les écarts types représentent environ 10 % de la moyenne.

Deux des locuteurs ont des F3 élevés pour la production du [g], indiquant une réalisation plus antérieure, tandis qu'un autre locuteur réalise plutôt le [d] de façon plus postérieure (*cf.* Corantin, F3 plus bas).

En revanche, à part Daisy, les trois autres locuteurs neutralisent la réalisation des deux consonnes [d] et [g], que ce soit une réalisation antérieure ou postérieure. Il semble donc que ces locuteurs soient bien gênés à un point de la cavité buccale et réajustent donc l'articulation selon la perturbation présente.

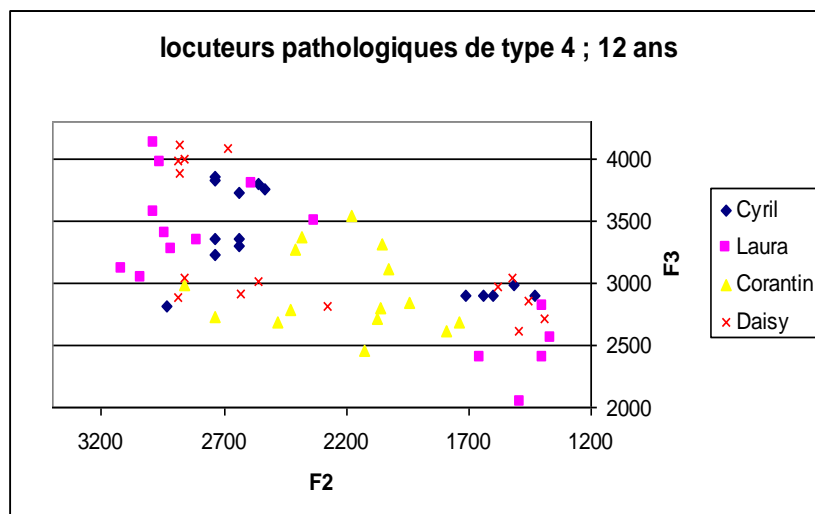


Figure 261 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par 4 locuteurs pathologiques de type 4 âgés de 12 ans.

En ce qui concerne la variabilité intra-locuteur, notons qu'elle est toujours importante, surtout lors de la réalisation de la vélaire qui, une fois encore, semble poser le plus de problème. Notons également qu'un des locuteurs procède à des déplacements restreints dans la cavité buccale ; la taille de son triangle consonantique (d'une aire de 179.656 Hz²) (*cf.* Figure 262, ci-dessous) le reflète. L'aire de son triangle est plus que 2 fois plus petite que le triangle des autres locuteurs du même âge (*cf.* Figure 263 et Tableau 64).

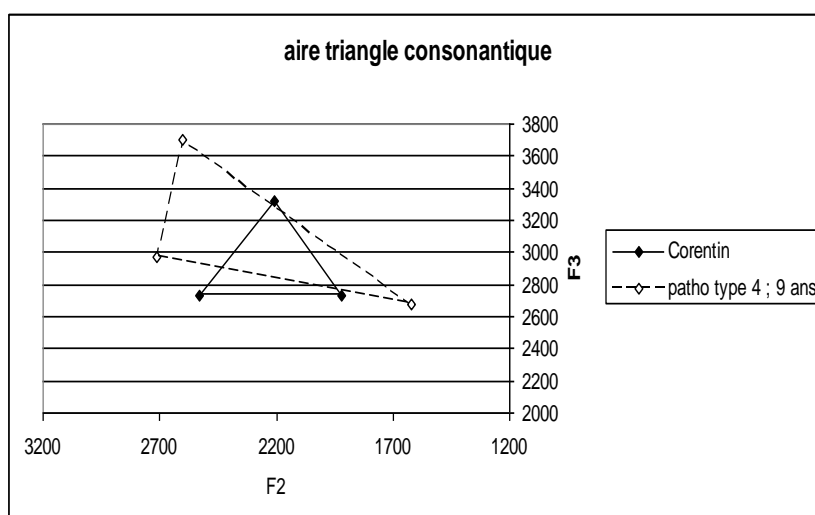


Figure 262 : Aire du triangle consonantique calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 4 âgés de 12 ans.

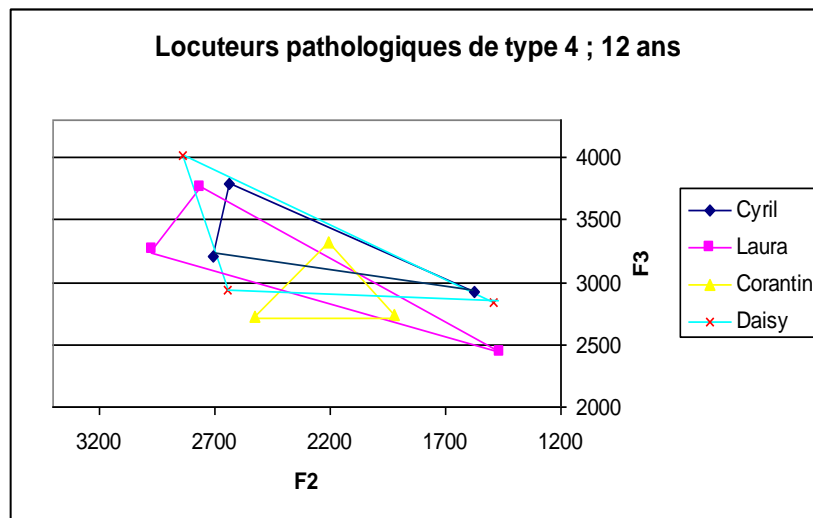


Figure 263 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron, à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 4 âgés de 12 ans.

Tableau 64 : Aire des triangles consonantiques.

locuteur	Aire (en Hz ²)
Cyril	338,671
Laura	459,058
Daisy	615,848
Corentin	179,656

VIII.2.2.3.3. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 4, âgés de 15 ans

Deux filles constituent ce groupe.

Les aires des triangles consonantiques des deux locutrices sont assez proches (393 KHz² et 463 KHz²), mais la configuration du triangle diffère (*cf.* Figure 265). En effet, les valeurs de F2 chez une des locutrices sont bien plus importantes lors de la production du [g]. De plus, ces mêmes valeurs présentent une grande variabilité. Cela serait donc révélateur d'une moins bonne maîtrise de la production de la consonne vélaire, qui reste encore difficile pour cette locutrice.

L'autre locutrice en revanche prononce les trois consonnes de façon distincte et en adéquation avec le modèle attendu.

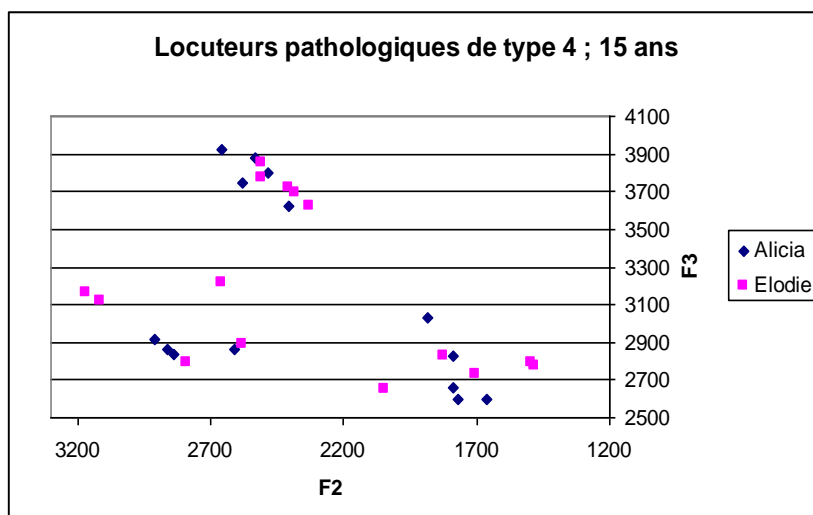


Figure 264 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par 2 locuteurs pathologiques de type 4 âgés de 15 ans.

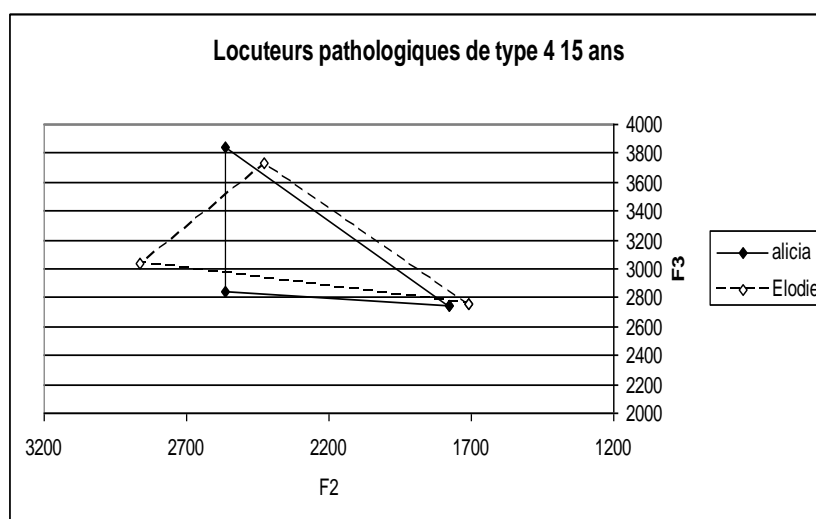


Figure 265 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 4 âgés de 15 ans.

Nous n’avons aucun locuteur âgé de 18 ans dans le groupe de locuteurs pathologiques de type 4.

VIII.2.2.3.4. Comparaison des locuteurs pathologiques de type 4 en fonction de l’âge

Le graphique ci-dessous (Figure 266) montre l’évolution des valeurs de F2 et F3 pour la production des 3 consonnes en fonction de l’âge. Les valeurs formantiques diminuent, comme nous l’attendions. A partir des moyennes des valeurs (Figure 266), il est possible de distinguer les 3 catégories de consonnes. En revanche, lorsqu’on regarde les valeurs brutes, cette distinction n’est plus possible (Figure 267). Cela témoigne de la grande variabilité inter et intra-locuteur lors de la production des 3 occlusives sonores par cette catégorie de locuteurs atteints d’une fente labio-palatine bilatérale.

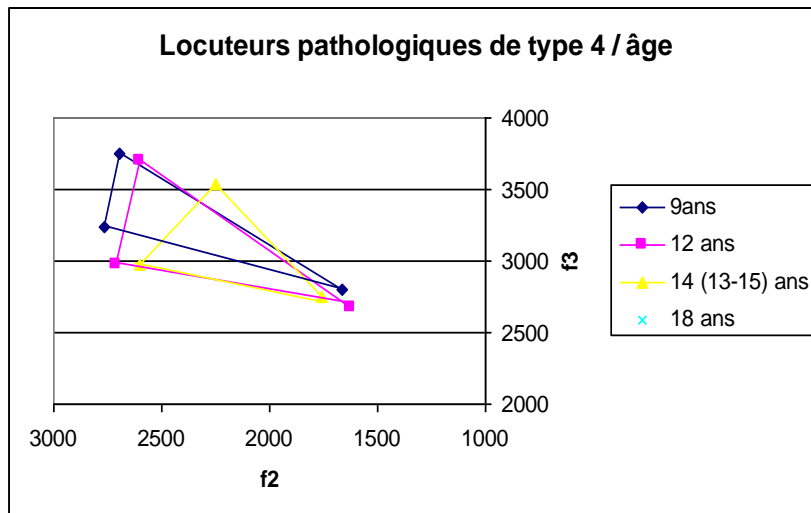


Figure 266 : Moyennes des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 4 âgés de 9, 12 et 15 ans.

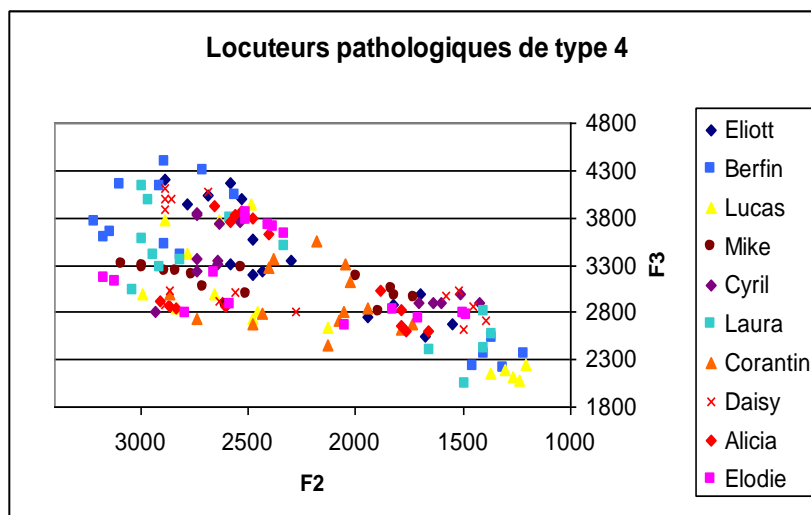


Figure 267 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 4 âgés de 9, 12 et 15 ans.

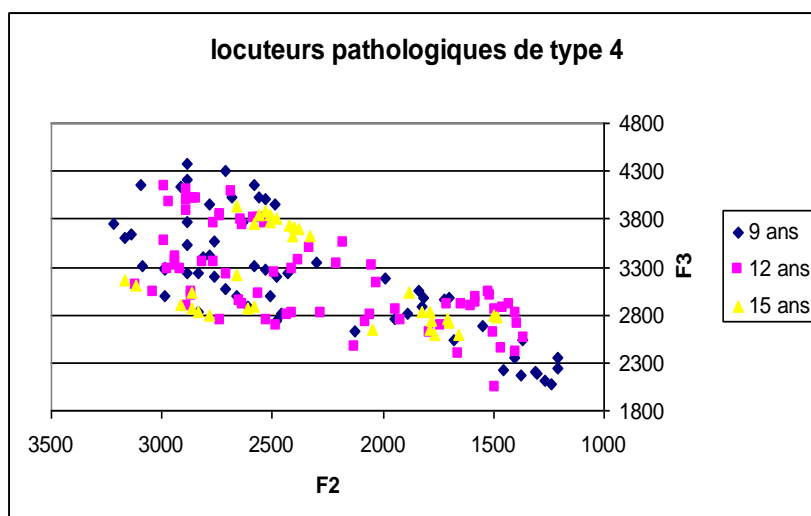


Figure 268 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 4 âgés de 9, 12 et 15 ans.

Pour résumer

Les locuteurs de ce type de pathologie ont été opérés d'une fente labio-palatine bilatérale. D'après l'analyse des valeurs de F2 et F3 nous constatons que globalement :

(1) La cicatrice liée à l'opération de la fente labiale n'entraîne aucune perturbation quant à la production de la consonne bilabiale ; celle-ci est toujours correctement réalisée, avec un degré de variabilité intra-locuteur faible. La variabilité inter-locuteur est en revanche assez élevée pour cette consonne, même au sein d'un groupe du même âge.

(2) Les consonnes [d] et [g] sont produites avec des valeurs de F3 très proches à 9 et 12 ans. Ce n'est qu'à partir de 15 ans que les réalisations se distinguent sur le plan articulatoire.

La vélaire [g] semble la plus difficile à réaliser ; en effet, il est très rare qu'un locuteur la produise *correctement*, c'est-à-dire avec F2=F3.

(3) Le degré de variabilité inter et intra individuelle est très important chez ces locuteurs, à tout âge, même s'il semble se réduire à la majorité.

VIII.2.2.4. Locuteurs pathologiques de type 5

Les locuteurs de type 5 sont atteints d'une fente palatine sous-muqueuse.

VIII.2.2.4.1. Locuteurs pathologiques de type 5 âgés de 9 ans

Deux locutrices composent cette catégorie de locuteurs atteint d'une fente palatine sous-muqueuse. Toutes deux ont été opérées à l'âge de 4 ans, mais seule Sarah a eu une vélopharyngoplastie*.

Pour ces deux locutrices, la réalisation du [b] ne pose aucun problème, nous pouvons par ailleurs voir sur le graphique que la variabilité intra-locuteur est très faible pour cette occlusive. Il en va de même pour la réalisation du [d].

En revanche, la vélaire semble plus compliquée à produire. En effet, même si les locutrices parviennent à la produire avec un F2 à peu près équivalent à F3, la variabilité est très importante (environ 600 Hz d'écart entre deux répétitions au niveau de F2 et presque 700 Hz au niveau de F3 chez Manon, par exemple) (*cf.* Figure 269).

Il est à noter que Sahra produit une nasale avant chaque occlusive ([inda] au lieu de [ida], [imba] au lieu de [iba] et [iŋga] au lieu de [iga]).

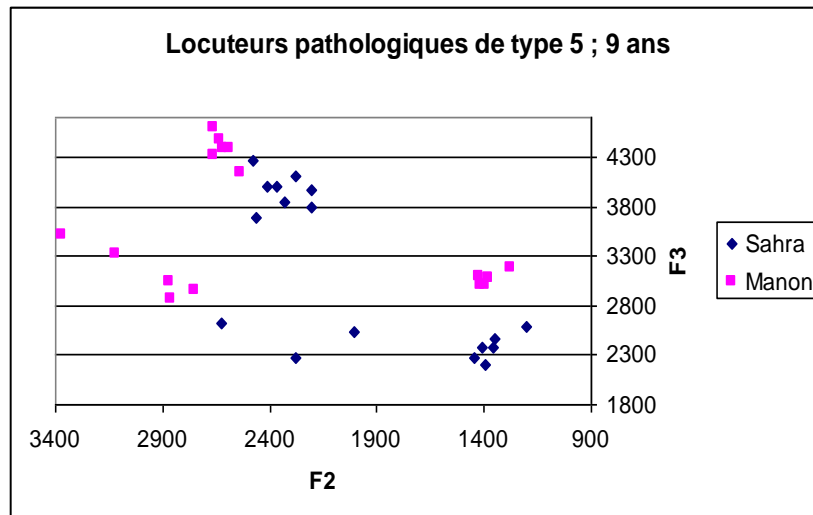


Figure 269 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par 2 locuteurs pathologiques de type 5 âgés de 19 ans.

Le graphique ci-dessous (Figure 270) révèle des stratégies articulatoires différentes chez chacune des locutrices. En effet, Une des locutrices présente un triangle dont l'aire est deux fois plus importante (1018.662 Hz^2 *vs.* 435.536 Hz^2 , *cf.* Tableau 65) que l'autre locutrice. Cela pourrait traduire davantage de déplacements chez Manon, chez laquelle les valeurs formantiques sont plus extrêmes lors de la réalisation de chaque occlusive.

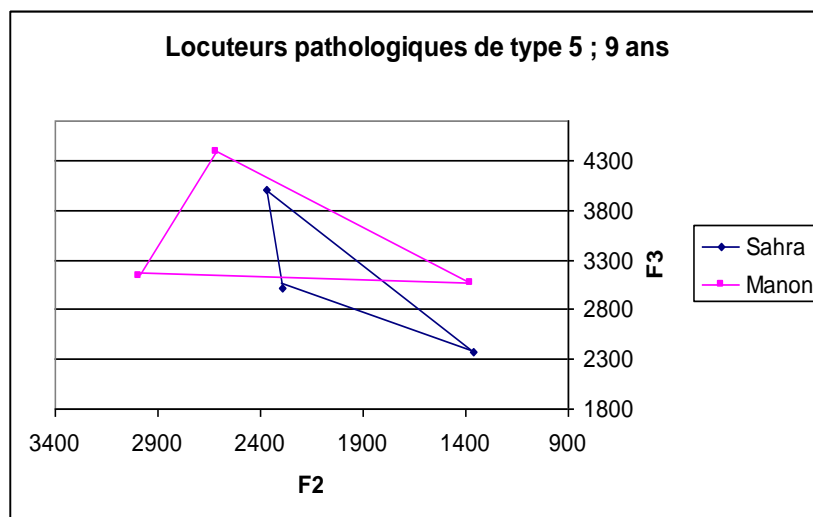


Figure 270 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 5 âgés de 9 ans.

Tableau 65: Aire des triangles consonantiques.

locuteur	Aire (en Hz^2)
Sarah	435.536
Manon	1018.662

VIII.2.2.4.2. Locuteurs pathologiques de type 5 âgés de 15 ans

Deux locuteurs composent ce groupe.

La réalisation du [b] ne pose aucun problème pour ces locuteurs (*cf.* Figure 271).

Les valeurs de F3 sont proches pour la réalisation de [d] et de [g] chez un locuteur mais les productions restent bien distinctes chez le deuxième locuteur.

Notons que la variabilité inter et intra-locuteurs est très faible ici. Il semblerait donc que la fente sous-muqueuse n'entraîne pas de perturbation particulière pour l'accomplissement de ces occlusives.

Nous avons cependant peu de productions, il reste donc difficile de tirer des conclusions. En effet, au vu du nombre de sujets et d'occurrences, on ne peut parler à ce stade que de tendances.

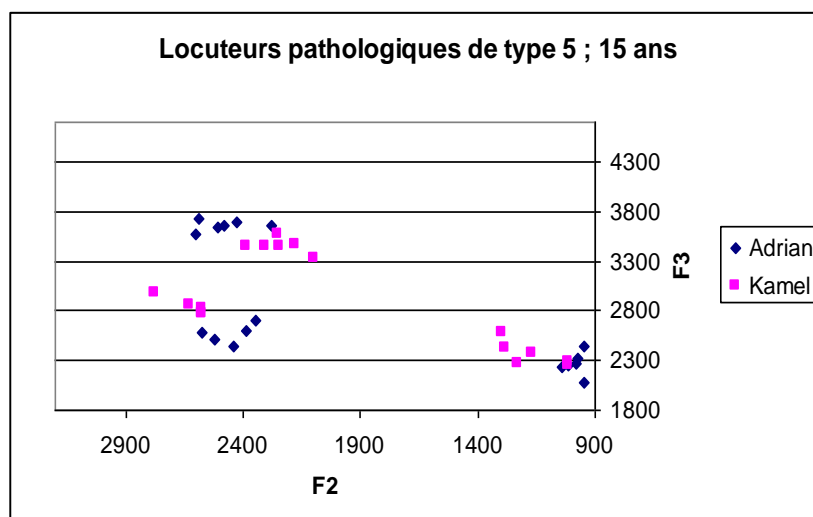


Figure 271 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par 2 locuteurs pathologiques de type 5 âgés de 15 ans.

Contrairement aux locutrices de 9 ans, les deux locuteurs de 15 ans semblent adopter le même type de stratégie articulatoire ; en effet, le graphique ci-dessous (Figure 272) montre des triangles consonantiques qui ont des configurations proches. Aussi, l'aire des triangles, bien que plus importante chez un des locuteurs, Adrian, ne permet pas de distinguer clairement les deux locuteurs (*cf.* Tableau 66).

Soulignons la forme du triangle consonantique, quasi-rectangle, d'Adrian, qui correspond au modèle attendu (selon la représentation proposée par Abry, 2003).

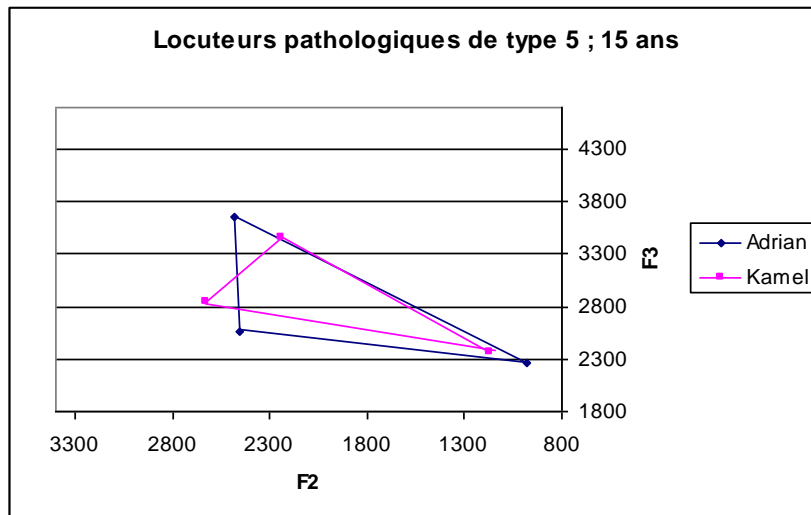


Figure 272 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 5 âgés de 15 ans.

Tableau 66 : Aire des triangles consonantiques.

locuteur	Aire (en Hz ²)
Adrian	796.349
Kamel	538.835

VIII.2.2.4.3. Comparaison des locuteurs pathologiques de type 5 en fonction de l'âge

Les graphiques ci-dessous (Figures 273 et 274) regroupent les points des quatre locuteurs pathologiques de type 5. Même si ces locuteurs présentent encore quelques problèmes de nasalisation, les trois occlusives peuvent être localisées dans trois secteurs bien distincts.

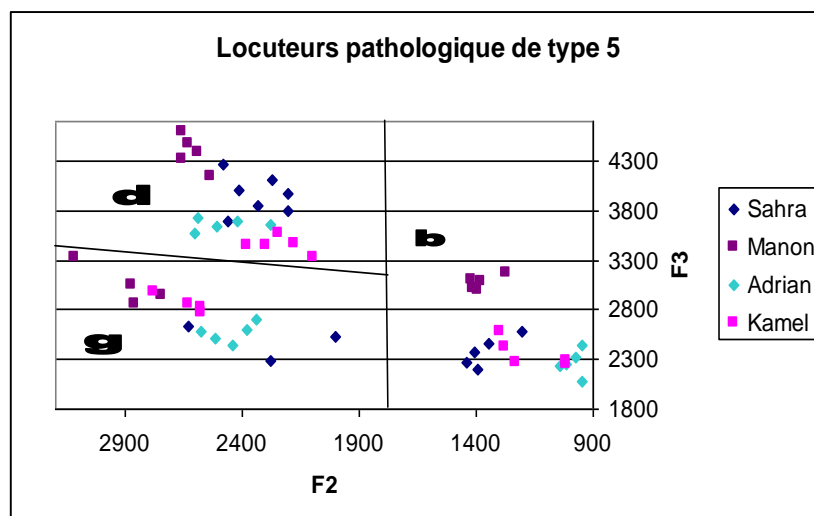


Figure 273 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 5.

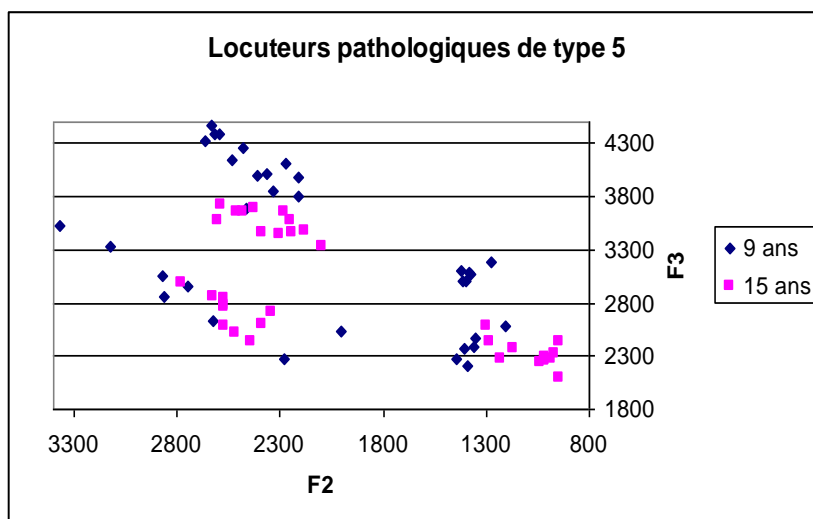


Figure 274 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 5.

Le graphique ci-dessous (Figure 275) illustre l'évolution des locuteurs pathologique de type 5. Cette évolution correspond au modèle attendu ; les écarts entre chaque occlusive restent relativement similaires et les valeurs formantiques sont plus élevées à 15 ans (l'âge et le sexe des locuteurs influent ici directement sur ces valeurs).

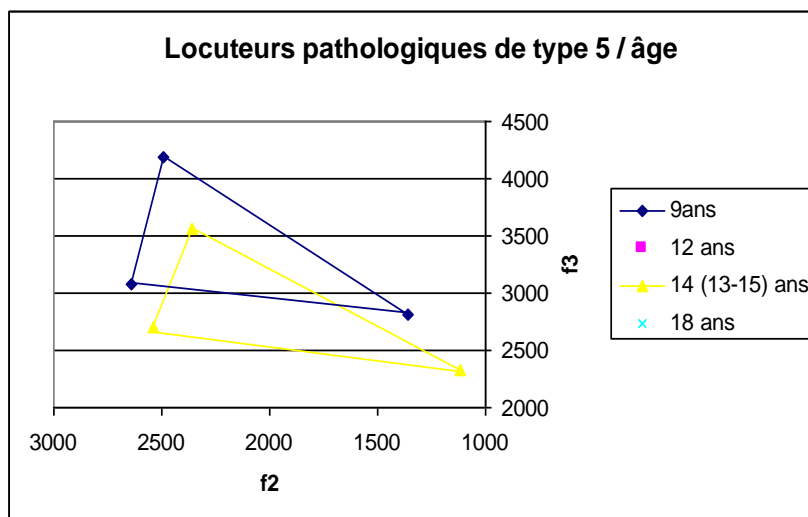


Figure 275 : Moyennes des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 5 âgés de 9 et 14 ans.

Pour résumer

Les locuteurs pathologiques de type 5 sont atteints d'une fente sous-muqueuse. Nous retiendrons de l'analyse des valeurs de F2 et F3 ces faits suivants :

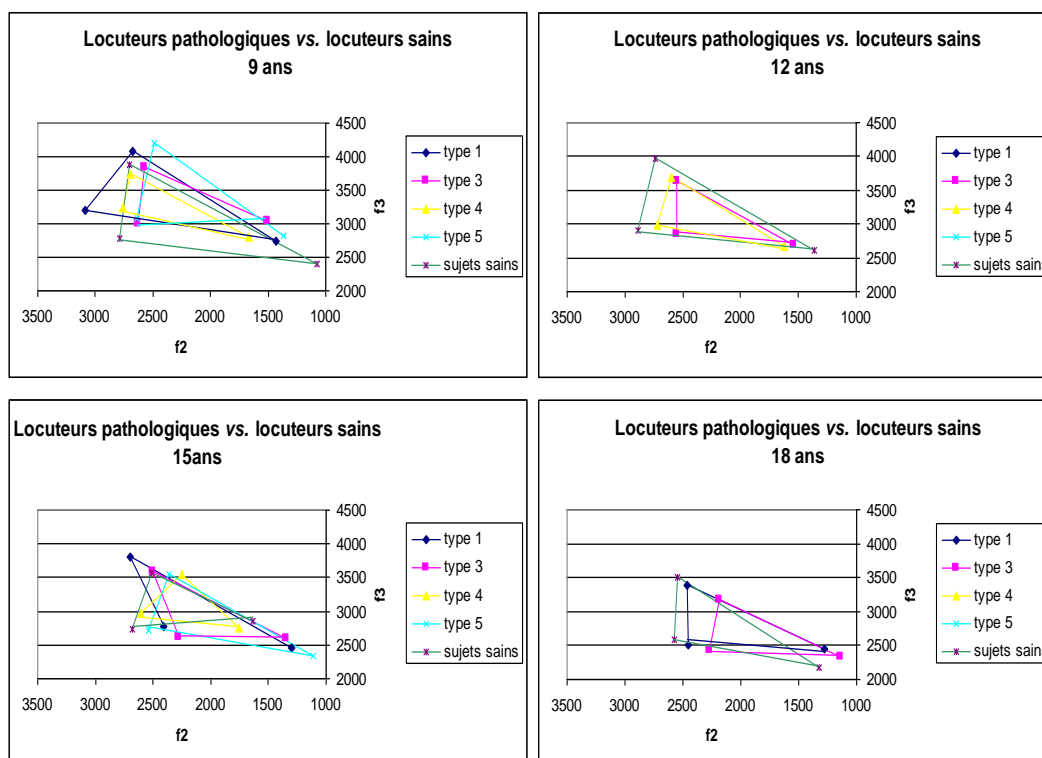
(1) Aucune perturbation n'est observée quant à la production de la consonne bilabiale ; celle-ci est toujours correctement réalisée, avec un degré de variabilité intra-locuteur faible. Cela va dans le sens des résultats attendus dans la mesure où les lèvres ne sont pas atteintes par ce type de pathologie.

(2) Les consonnes [d] et [g] sont produites avec des valeurs de F3 qui permettent de les distinguer clairement sur le plan articulatoire.

Notons que chez les locuteurs âgés de 9 ans, le degré de variabilité est élevé pour la production du [g], davantage que pour les deux autres consonnes. Il semblerait donc que celle-ci soit réalisée de manière moins précise au niveau du contact articulatoire chez ces sujets.

(3) Le degré de variabilité intra-individuel est faible chez les locuteurs de 15 ans, et reste surtout élevé pour la consonne [g] chez les locuteurs de 9 ans. La variabilité interindividuelle est un peu plus élevée ; cela peut être lié au fait que les locuteurs aient quelques années d'écart, ou à la nasalisation de certains segments (ce phénomène a été discuté dans le Chapitre III., section 1.).

VIII.2.3. Comparaison des résultats des locuteurs



Figures 276, 277, 278 et 279 : Triangles consonantiques en fonction de l'âge et de la pathologie des locuteurs.

Tableau 67 : Aire (en Hz²) des triangles consonantiques par âge, selon les différents types de locuteurs.

âge	type 1	type 3	type 4	type 5	sujets sains
9	817,275	470,036	297,48	734,523	796,324
12		401,668	410,931		830,563
14	530,677	445,662	277,934	639,356	425,728
18	516,857	429,022			587,986

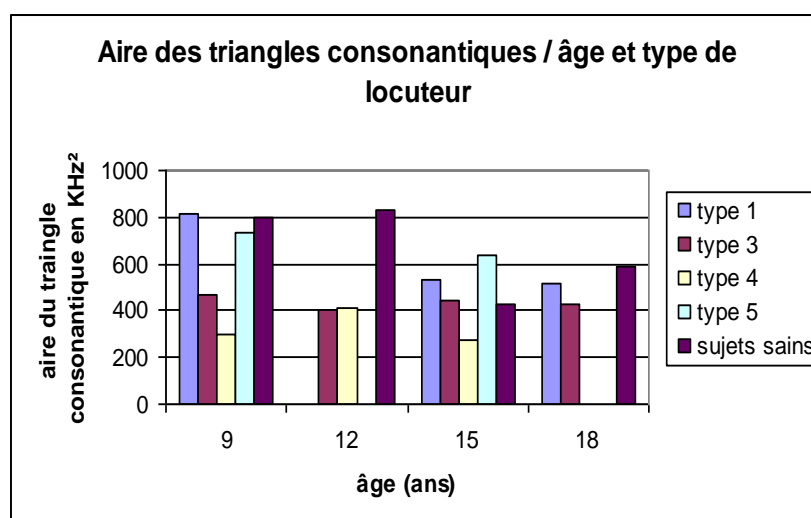


Figure 280 : Aire des triangles consonantiques par âge et selon les différents types de locuteurs.

Il ressort des valeurs d'aire des triangles consonantiques que :

- (1) ce sont les sujets sains qui ont les aires les plus importantes (très nettement à 12 et 18 ans, avec des aires respectivement de 830.563 Hz² et 587.986 Hz²) ou n'en sont pas loin. Notons que ce sont ces locuteurs aussi qui ont toujours les valeurs de F3 les plus élevées lors de la production de [d], indiquant un contact très antérieur entre la langue et le palais à l'intérieur du conduit buccal.
- (2) Les locuteurs pathologiques de type 4 sont les locuteurs qui présentent les aires consonantiques les plus petites ; il semble donc que cette catégorie de locuteur soit celle qui a le plus de difficultés à déplacer la langue dans la cavité buccale pour la production des contacts demandés lors de l'articulation des trois consonnes. La fente labio-palatine bilatérale totale serait donc la pathologie entraînant le plus de perturbation.
- (3) L'aire du triangle consonantique des locuteurs pathologiques de type 1 (fente palatine postérieure) et de type 5 (fente palatine sous-muqueuse), lorsqu'elle n'est pas plus élevée que celle des locuteurs sains, s'en approche fortement. Ces deux types de pathologie permettraient donc, par rapport à ce résultat, de mouvoir la langue dans le conduit vocal afin de produire des contacts dans des zones éloignées les unes des autres.

Nous insistons sur le fait qu'il ne s'agit là que de tendances, dans la mesure où il manque des locuteurs (âge) dans certains groupes et que nous comparons des groupes qui ne comptent pas le même nombre de locuteurs.

Nous proposons ci-dessous de donner les valeurs d'aires des triangles consonantiques de chaque locuteur, en fonction de leur âge ou type de fente.

Tableau 68 : Aire des triangles consonantiques chez les sujets sains de 9 ans.

Locuteur	Aire (en Hz ²)
Robinson	922253
Killian	748726
Alan	788470
Emile	790084
Lucas 2	776496
Quentin 2	826774
Tristan	1006496
Flavie	800340
Lorna	909438
Zoé	568551

Tableau 69 : Aire des triangles consonantiques chez les sujets sains de 12 ans.

Locuteur	Aire (en Hz ²)
Ebubekir	953715
Aliou	913289
Lucas	1002374
Tom	888479
Bessim	954366
Niels	750886
Pierre	780508
Iris	707463
Caroline	889758
Clara	731928

Tableau 70 : Aire des triangles consonantiques chez les sujets sains de 15 ans.

locuteur	Aire (en Hz ²)
J-F	310885
Marion	552650
Danièle	433672

Tableau 71 : Aire des triangles consonantiques chez les sujets sains de 18 ans.

locuteur	Aire (en Hz ²)
garçon fac	528785
fille fac 1	635587
fille fac 2	593879

Tableau 72 : Aire des triangles consonantiques chez les sujets pathologiques de type 1.

Locuteur	Aire (en Hz ²)
Frederic	926437
Grégoire	771628
Safia	444551
Julie	1263064
Elodie	469463
Jonathan	398048
Alexanne	780696

Tableau 73 : Aire des triangles consonantiques chez les sujets pathologiques de type 3.

Locuteur	Aire (en Hz ²)
Tiago	738750
Ottmane	343814
Jeremy	1046002
Bruno	602273
Janis	283291
anthony	430712
Joseph	441919
Nicolas	412016
Yeter	595699
Jeremy	357270
Vanessa	429348

Tableau 74 : Aire des triangles consonantiques chez les sujets pathologiques de type 4.

locuteurs	Aire (en Hz ²)
Eliott	232662
Berfin	656454
Lucas	485200
Mike	8477
Cyril	338671
Laura	459304
corentin	179960
Daisy	615848
Alicia	394243
Elodie	463532

Tableau 75 : Aire des triangles consonantiques chez les sujets pathologiques de type 5.

locuteur	Aire (en Hz ²)
Marie-Sarah	435536
Manon	1018662
Adrian	796349
Kamel	538835

Lorsque l'on observe les valeurs d'aire en fonction de l'âge, on peut voir que ce sont les enfants

Locuteur	aire	Locuteur	aire	locuteurs	aire	locuteur	aire
9 ans		9 ans		9 ans		9 ans	
Frédéric 1	926437	Tiago 3	738750	Eliott 4	232662	Marie-Sarah 5	435536
Grégoire 1	771628	Ottmane 3	343814	Berfin 4	656454	Manon 5	1018662
Safia 1	444551	Jeremy 3	1046002	Lucas 4	485200		
Julie 1	1263064	Bruno 3	602273	Mike 4	8477		
		12 ans		12 ans			
		Janis 3	283291	Cyril 4	338671		
		Anthony 3	430712	Laura 4	459304		
		Joseph 3	441919	corentin 4	179960		
		Nicolas 3	412016	Daisy 4	615848		
15 ans		15 ans		15 ans		15 ans	
Elodie 1	469463	Yeter 3	595699	Alicia 4	394243	Adrian 5	796349
		Jeremy 3	357270	Elodie 4	463532	Kamel 5	538835
18 ans		18 ans					
Jonathan 1	398048	Vanessa 3	429348				
Alexanne 1	780696						

âgés de 9 ans qui présentent les triangles les plus grands.

Pour conclure

L'étude individuelle des valeurs de F2 et F3 chez chaque locuteur nous a permis de mettre au jour un certain nombre de caractéristiques propres au type de locuteurs :

(1) En premier lieu, notons le degré de variabilité intra et inter individuelle, qui est très largement plus importante chez les locuteurs pathologiques par rapport aux sujets sains. La variabilité intra-individuelle témoigne de la fragilité des productions chez les locuteurs pathologiques. La variabilité inter-individuelle rappelle le rapport entre la variabilité articulatoire et la forme du palais (Perkell, 1997). En effet, chaque locuteur est contraint d'adapter ses gestes articulatoires en fonction de la configuration propre de sa cavité buccale. Rappelons que selon la forme du conduit vocal, un changement de la position de la langue entraînerait plus ou moins de variations acoustiques (Brunner *et al.*, 2006).

(2) Les locuteurs sains présentent des valeurs de F2 et F3 pour les trois occlusives qui permettent de séparer distinctement trois zones de contact. Cela n'est pas le cas chez les locuteurs pathologiques de type 1 (fente palatine postérieure), 3 (fente labio-palatine unilatérale) et 4 (fente labio-palatine bilatérale totale). Les valeurs des locuteurs pathologiques de type 5 (fente palatine sous-muqueuse) nous ont permis de faire cette séparation mais il est possible que ce résultat soit lié au nombre peu important de locuteurs.

(3) Les valeurs de F2 et F3 diminuent avec l'âge, pour chaque occlusive et pour toutes les catégories de locuteurs. Cela correspondrait au développement du conduit vocal, qui s'agrandit.

(4) La consonne vélaire apparaît comme étant la plus difficile à réaliser pour les locuteurs pathologiques ; c'est en effet la consonne qui est soumise à plus de variabilité. C'est également cette consonne dont la zone de contact est aisément confondue avec celle du [d]. Elle est bien souvent réalisée avec un F3 assez élevé, indiquant que les locuteurs dont la zone vélaire est atteinte par la pathologie évitent de produire l'articulation en ce lieu. La frontière avec le lieu de production du [d] est alors très réduite, lorsqu'elle existe.

Nous avons constaté également que cette consonne n'est quasiment jamais réalisée avec un F2 égal au F3 chez les locuteurs pathologiques, telle qu'elle l'est chez les locuteurs sains.

Il est probable que la difficulté de production de cette consonne soit liée à la gêne qu'ont les locuteurs à fermer le port vélo-pharyngal ; en effet, la langue aidant souvent à cette fermeture, elle n'est plus forcément disponible en tant qu'articulateur pour la production de la consonne vélaire.

(5) Les aires des triangles consonantiques sont statistiquement plus élevées chez les locuteurs sains que chez les locuteurs pathologiques. Ce résultat suggère que les locuteurs sains utilisent davantage l'espace buccal pour l'articulation des occlusives, qui sont alors réalisées dans des régions bien distinctes les unes des autres. Nous avons pu observer par ailleurs que le F3 est

toujours plus élevé chez ces locuteurs lors de la réalisation du [d], indiquant un contact plus antérieur.

Ainsi, les locuteurs pathologiques présentent des triangles consonantiques ayant une aire significativement plus petite par rapport à celle des triangles consonantiques des locuteurs sains, ce qui indique une neutralisation de l'opposition du lieu d'articulation entre le [d] et le [g] chez les sujets pathologiques. L'apparition d'une occlusive middorso-palatale est ainsi confirmée (Trost, 1981 ; Gibbon et Crampin, 2001). L'existence même de cette occlusive révèle le caractère adaptable du système de production-perception de la parole, cette consonne pouvant être reconnue par l'auditeur. Nous rappelons ainsi la Théorie de la Viabilité Aubin (1991), qui souligne les variations possibles d'un son.

Ce résultat peut expliquer le phénomène de sur-articulation observé lors de l'analyse des triangles vocaliques (*cf.* Chapitre VII.) ; peut-être les locuteurs pathologiques, ayant des difficultés à produire correctement les consonnes, insistent-ils sur l'articulation des voyelles, qui ne leur posent pas de problème particulier.

(6) Au regard de ces résultats, il semble que les locuteurs pathologiques atteints d'une fente labio-palatine bilatérale totale (type 4), suivis des locuteurs pathologiques porteurs d'une fente labio-palatine unilatérale totale (type 3), sont ceux qui présentent le plus de perturbation pour la production de ces trois consonnes.

(7) Il est possible de parler de ratage de cible articuloire chez les locuteurs porteurs d'une fente palatine au vu de la grande variabilité, mais il faut noter surtout que leur cible n'est pas la même que celle des locuteurs de contrôle. En effet, il semble que chaque locuteur établisse sa cible en fonction de la nature de la reconstruction du palais.

Notre hypothèse de départ est confirmée par ces résultats. En effet, les résultats de la présente étude vont dans le sens du fait que les locuteurs porteurs de fente palatine seraient moins précis, au niveau de la réalisation du lieu d'articulation « canonique », lors de la production des occlusives voisées, par rapport aux locuteurs sains.

Aussi, il semble que ce soient les locuteurs atteints d'une fente labio-palatine bilatérale totale qui soient obligés de mettre en place le plus de stratégies afin de pallier à leur gêne ; cela paraît cohérent dans la mesure où ce sont ces locuteurs qui ont le plus de zones *abîmées*. Ce sont ces locuteurs en effet qui montrent le plus de variété de configurations de triangles consonantiques.

Les locuteurs de 9 ans sont également, de façon générale, les locuteurs qui présentent les productions les plus *fragiles*. En effet, la variabilité est la plus importante chez ces locuteurs et les réalisations consonantiques semblent incertaines au niveau articuloire (certaines zones se chevauchent, pour des sons différents). Les zones de viabilité des sons ne sont pas toujours respectées chez ces locuteurs.

Enfin, soulignons le fait que c'est la consonne vélaire qui apparaît comme étant la plus délicate à produire, pour la majorité des locuteurs porteurs de fente, tandis que la bilabiale ne pose aucun problème aux locuteurs opérés de la lèvre. Rappelons que les locuteurs porteurs d'une fente palatine sont le plus souvent sujets à des insuffisances vélares. Ces insuffisances empêchent les locuteurs de réunir la pression intra-orale nécessaire à la production des occlusives. Pour remédier à ce problème, les locuteurs utilisent souvent la langue pour assister la fermeture du port vélo-pharyngale. Nous pensons que la langue ne serait ainsi plus forcément disponible pour la réalisation du son vélaire ; celui-ci serait alors produit non avec le dos de la langue mais avec une partie antérieure de la masse linguale, entraînant ainsi la production d'un son plus antérieur. Une autre hypothèse est que le locuteur serait simplement à la recherche d'un point d'articulation convenable hors de la zone opérée, pour réaliser le contact ; le lieu d'articulation serait alors déplacé en fonction de la morphologie de la cavité buccale de chaque locuteur.

Rappelons encore que ces résultats correspondent à des tendances et nous permettent d'émettre des hypothèses sans réellement les confirmer. En effet, nous avons constitué des groupes et calculé des moyennes, mais chaque locuteur présente des productions tellement *spécifiques* qu'il serait présomptueux ou trop hâtif de vouloir tirer des conclusions sûres à partir de ces seuls résultats.

Nous avons en revanche déjà un certain nombre de locuteurs et avons observé des tendances fortes. Cette étude mériterait donc d'être poursuivie avec un nombre de locuteurs, appariés en type de pathologie, plus élevé et davantage de répétitions.

Discussion

Introduction

L'objectif de notre étude était d'observer la production de la parole chez des sujets porteurs de fentes palatines, afin d'identifier, à travers divers types d'analyse, les stratégies déployées par ces locuteurs pour pallier la déformation plus ou moins étendue de leur cavité buccale.

Pour ce faire, nous avons étudié des signaux acoustiques, afin de collecter le plus grand nombre d'informations, quant aux habitudes articulatoires des locuteurs atteints de palatolalie. En effet, nous avons vu dans le chapitre III que les signaux acoustiques peuvent fournir une quantité importante d'indices relatifs au comportement articulatoire du locuteur.

Dans cette discussion, nous proposons de rappeler les résultats de nos différentes expériences, afin de faire le point sur les précisions apportées par l'étude acoustique des productions des locuteurs opérés d'une fente palatine. Nous reviendrons, plus loin, sur les différentes hypothèses que nous avons formulées pour chacune des quatre expériences que nous avons conduites.

Retour sur une variabilité omniprésente

La principale caractéristique ressortie de nos différentes analyses est la variabilité, toujours plus importante chez les locuteurs porteurs de fente, par rapport aux locuteurs de contrôle. Nos données appuient l'idée selon laquelle la variabilité dans la durée de la production de la parole est plus grande chez les locuteurs les plus jeunes, par rapport aux adultes (Kent, 1976 ; Lee *et al.*, 1999 ; Gerosa *et al.* ; 2007). Nos résultats chez les sujets sains confirment les résultats attendus dans la mesure où les locuteurs les plus âgés (18 ans) ont une variabilité moindre, comparés aux locuteurs les plus jeunes (9 ans). Aussi, il est établi dans la littérature que les locuteurs présentant une pathologie de la parole, dont les locuteurs porteurs d'une fente, ont une variabilité plus élevée de la durée des segments phonétiques, par rapport à des locuteurs sans trouble de la parole (Weismer & Elbert, 1982 ; Sharkey & Folkins, 1985 ; Smith & McLean-Muse, 1986 ; 1987). Cela a été vérifié également dans notre étude. En effet, la variabilité est beaucoup plus importante chez nos locuteurs pathologiques par rapports aux locuteurs sains, et ce quel que soit le type de fente dont ils ont été opérés. Cette variabilité s'est révélée au niveau des mesures de durée, mais aussi au niveau des valeurs formantiques des voyelles, des transitions voyelles-consonnes, et dans le taux de coarticulation consonne-voyelle.

Nous avons vu dans le Chapitre III que la variabilité dans la production de la parole provenait de différentes sources, telles que la vitesse d'élocution, la longueur des mots, ou le contexte d'apparition des mots de façon plus générale. Nous retenons ici, suivant nos données, principalement deux origines majeures de variabilité qui sont le type de fente et l'âge du locuteur.

Cependant, il est attesté dans la littérature que la variabilité peut être induite par divers facteurs, tant chez les sujets sains que chez les sujets pathologiques.

En effet, la variabilité peut être liée en tout premier lieu à l'anatomie même de la cavité. Il a été démontré que la précision des gestes articulatoires doit se faire en réponse à la morphologie intrinsèque du conduit vocal de chaque locuteur. Ainsi, un locuteur avec un palais plat pourra se permettre moins de variabilité articulatoire qu'un locuteur ayant un palais en forme d'arche pour un résultat acoustique, et donc une qualité perceptive, équivalente (Brunner *et al.*, 2006). Cela implique de fait une variabilité interindividuelle puisque chaque individu, sujet ou non à un trouble de la parole, présente une anatomie différente du conduit vocal.

En conséquence, chez tous nos locuteurs, la variabilité liée à l'anatomie serait triple : en premier lieu, l'anatomie du palais est différente suivant le locuteur, qu'il soit de contrôle ou pathologique. En deuxième lieu, le type de fente chez les locuteurs pathologiques est aussi source de variabilité. En troisième lieu enfin, la variabilité apparaît en fonction de l'âge des locuteurs. Les aspects liés au type de fente et à l'âge ont été mis en avant dans notre travail, et nous avons justement tenté de regrouper le plus précisément possible les locuteurs afin de ne pas comparer des groupes dont les résultats pourraient être biaisés par des considérations physiques au niveau du palais. La variabilité liée aux différences anatomiques intrinsèques n'a pas été étudiée dans notre travail. Cela dit, nous pourrions attribuer un certain taux de variabilité à la dimension anatomique, qui varierait selon l'âge.

En ce qui concerne nos locuteurs, et les locuteurs porteurs d'une fente palatine plus précisément, l'anatomie du palais joue un rôle primaire dans la variabilité articulatoire et acoustique de la parole. Il s'agit là de variabilité interindividuelle, mais aussi intra-individuelle. En effet, la fente provoque souvent un *phénomène de ratage de la cible articulatoire*, empêchant ainsi l'atteinte des cibles acoustiques (Stevens & House, 1963). Cela fait écho à la Théorie de la Variabilité Adaptative (Lindblom, 1987), qui, s'appuyant sur la notion d'adaptabilité du locuteur, permet de mettre en exergue la capacité compensatoire des locuteurs. Chaque locuteur fait en fonction de la forme de sa propre cavité buccale. Les locuteurs pathologiques sont amenés à compenser des fentes de différentes natures et font appel à un large éventail de stratégies pour pallier les perturbations liées à chaque type de fente. Ainsi, les locuteurs porteurs d'une fente palatine postérieure, par exemple, sont obligés de compenser un velum souvent peu musclé et donc en difficulté pour exercer correctement sa fonction de fermeture du port vélopharyngal. Ces enfants utilisent alors le dos de la langue comme renfort, les obligeant à établir une réorganisation complète des gestes de la parole. De la même façon, un enfant qui a un trou résiduel au niveau antérieur du palais cherche en premier lieu à combler ce trou avant d'essayer d'atteindre sa cible articulatoire. Malgré tout, bien que les cibles articulatoires soient rarement atteintes chez les enfants, et tout particulièrement chez ces locuteurs porteurs d'une fente palatine ou labio-palatine, les cibles acoustiques correspondent plus ou moins au son désiré. En effet, même si le phénomène d'«undershoot» (Lindblom, 1987) éloigne la production de la « diagonale idéale », pour reprendre les termes de Lindblom (1987), le son reste intelligible, grâce à une complicité

inévitables de l'auditeur, qui devient moins exigeant en besoins de clarté. L'émergence du message linguistique devient ainsi possible.

Ainsi, diverses trajectoires peuvent être empruntées, et nous pouvons, selon le concept de viabilité d'Aubin (1991), considérer le système de production-perception de la parole comme faisant émerger un ensemble de solutions linguistiquement possibles. Un sous-espace de viabilité linguistique, représenté par cette négociation entre le locuteur pathologique et l'auditeur, subsiste alors, et permet au système de production-perception de la parole de choisir parmi un ensemble de trajectoires articulatoire-acoustiques possibles, dès lors que celles-ci demeurent dans le domaine des contraintes qui assurent sa cohérence. En effet, ce domaine ainsi défini peut exister, aussi longtemps qu'il reste cohérent.

Nous avons vu dans notre étude les limites de la viabilité de certains sons, lorsque certaines contraintes articulatoire-acoustiques ne pouvaient plus être respectées. En effet, certains de nos locuteurs pathologiques, malgré une tentative de réaménagement de leur système de production de la parole, ne parviennent pas à accéder à la production du son désiré. Cela est tout particulièrement le cas pour les locuteurs porteurs d'une fente sous-muqueuse. En effet, ces locuteurs ont un degré élevé de nasalisation systématique non souhaitée qui rend leurs productions souvent inintelligibles, ou difficiles à percevoir. La perturbation de la configuration du conduit vocal peut faire obstacle à la réalisation de certaines tâches linguistiques, et entraîner ainsi un amoindrissement de l'intelligibilité. Nous pensons que si ces variations sont perçues comme des erreurs c'est parce qu'elles sortent du cadre de la viabilité défini par l'organisation même du système de production-perception de la parole chez ces locuteurs. En aucun cas nous ne prônerons l'existence d'invariant articulatoire, ou acoustique, tel que postulé par Liberman *et al.* (1967), ou Liberman & Mattingly (1985), dans la Théorie Motrice de la Perception. L'atteinte des cibles perceptives, acceptables, malgré l'ampleur de la variabilité chez nos locuteurs pathologiques, témoigne de cette flexibilité au niveau des productions de la parole.

Les contraintes anatomiques liées à l'âge concernent tous nos locuteurs, et permettent d'expliquer le degré élevé de variabilité également important chez nos locuteurs sains. Les structures anatomiques se développent jusqu'à la fin de l'adolescence. Tous les enfants sont ainsi obligés de restructurer les liens sensori-moteurs et de redéfinir l'ampleur des mouvements articulatoires autorisés pour un son donné lors des transformations anatomiques. La réorganisation des gestes se fait alors de façon plus ou moins évolutive chez les locuteurs sains qui s'adaptent quotidiennement dans un processus de tâtonnement ou par *bricolage*, appelé *tinkering* par Jacob (1977). Ces transformations peuvent être brutales, dans le cas des opérations chez nos locuteurs pathologiques.

Chez les locuteurs pathologiques, il s'agira pour eux de « réapprendre » ces gestes articulatoires après chaque opération. Ces périodes d'ajustement sont particulièrement propices à la variabilité des réalisations. Ainsi, les stratégies articulatoires recrutées diffèrent en fonction de la morphologie du conduit vocal, expliquant les différences entre les groupes de locuteurs pathologiques et non pathologiques, et entre les différents âges. Il est évident par ailleurs que les

contraintes anatomiques, qui imposent aux locuteurs porteurs de fente des adaptations articulatoires, complexifient la tâche de production de la parole et accentuent, aussi, la variabilité des productions (tant intra- qu'interindividuelles).

La variabilité peut donc être le résultat de facteurs anatomiques, mais il est probable que celle-ci soit liée également à un certain degré d'immaturation des habilités sensori-motrices. L'enfant, lors de l'acquisition du langage, aborde la tâche de la parole par un processus d'imitation des sons environnants, tels qu'il les perçoit. Il convient de rappeler que la fente palatine ou labio-palatine est souvent associée à des perturbations du système auditif. Bien que nos locuteurs n'aient plus eu de tels problèmes lors des enregistrements, certains d'entre eux ont été sujets à des troubles auditifs qui ont pu retarder leur acquisition de la parole. Notons que les locuteurs que nous avons retenus dans notre étude sont âgés de 9 à 18 ans, âges auxquels ils sont déjà parvenus à une certaine forme de stabilité dans leurs stratégies de compensation.

Ménard (2002) et Ménard *et al.* (2002) ont montré que le système de traitement des informations perceptives auditives évolue jusqu'à l'âge de 10 ans environ, et que le contrôle moteur n'atteint le stade mature qu'à la fin de l'enfance, soit vers 10-12 ans. Ainsi, il se peut que nos locuteurs les plus jeunes n'aient pas encore un système complètement mature, et il est possible que les stades d'évolution différents accentuent la variabilité interindividuelle. Des manœuvres identiques menées dans des conduits vocaux d'adultes ou de jeunes enfants permettent d'explorer des zones perceptives différentes.

La présence de cette variabilité constitue le point clé de notre thèse. En effet, l'observation de cette variabilité chez les sujets porteurs de fente a été riche d'informations. Notre thèse s'inscrit ainsi dans le cadre conceptuel de la Théorie de la Viabilité, et les déviations articulatoires des locuteurs pathologiques, révélées par les mesures acoustiques, permettent de mettre en exergue les zones de viabilité des sons étudiés. Chaque locuteur, sain et pathologique, fait avec son propre système de production de la parole des ajustements qui lui est spécifique. Ces ajustements sont plus accentués chez les locuteurs pathologiques à cause de la fente. De ce fait, leurs données sont plus révélatrices de l'existence d'une zone, différente chez chaque locuteur, mais à l'intérieur de laquelle les gestes articulatoires réalisés pour l'émergence d'un son doivent être viables, dans la mesure où ils doivent produire de l'intelligible. Ces zones permettent de créer des frontières catégorielles individuelles, c'est pourquoi elles sont différentes chez chaque locuteur, car définies par chaque individu. Néanmoins, il faut souligner que malgré l'existence de zones de viabilité individuelles, celles-ci doivent nécessairement se situer à l'intérieur d'une zone unique de possibles linguistiques, définie par les contraintes phonologiques d'une langue spécifique.

Rappelons que la variabilité, omniprésente, est le reflet de la nature dynamique et flexible du système de production-perception de la parole. Dans une logique proscriptive, nous admettons que tout geste critique, effectué pour la réalisation d'un son, tant qu'il n'est pas « interdit », c'est-à-dire externe à une zone de viabilité délimitée par l'organisation du système lui-même, répondra au

principe fondamental de cohérence de la communication humaine en assurant la transmission du message linguistique, quels que soient les stratégies déployées et le degré de variabilité articulatoire et acoustique constaté.

La Figure 281 ci-dessous, propose une illustration de cette théorie. Nous voyons qu'une multitude de solutions articulatoires peut mener à une même cible acoustique, si ces solutions sont situées dans la limite de la zone de viabilité qui sous-tend l'émergence d'un son. De la même façon, nous pouvons voir que plusieurs solutions acoustiques peuvent permettre d'accéder à une cible perceptive équivalente. Il y aurait donc deux niveaux de variabilité possibles dans le système de production-perception de la parole, offrant une multitude de stratégies envisageables et réalisables par les locuteurs. Cela est particulièrement important pour les locuteurs pathologiques en général, et pour nos locuteurs porteurs d'une fente palatine ou labio-palatine en particulier, dans la mesure où les articulations compensatoires auxquelles ils ont recours pour réajuster une parole perturbée va leur permettre d'atteindre des cibles acoustiques comparables à celles de locuteurs sans trouble de la parole. Aussi, une certaine variabilité acoustique leur est autorisée pour accéder à une cible perceptive visée. Pour réorganiser leur système de production-perception de la parole, les locuteurs pathologiques pourraient donc tâtonner avec divers paramètres, à deux niveaux différents, articulatoires et acoustiques. Cette réorganisation se fera ainsi en fonction de l'interlocuteur, car les limites de viabilité d'un son peuvent changer aussi en fonction de ce dernier, le système perceptif de l'interlocuteur répondant aussi à un système réceptif, défini par divers facteurs d'exigence de contrastes phonologiques. Le degré de liberté de certains gestes articulatoires peut être élevé, lorsque des contraintes phonologiques ne sont pas en jeu. Cela est le cas, par exemple, pour les consonnes [k] et [g], qui présentent deux allophones, vélaire et palatales (Sussman, 1999), mais qui conservent leur identité phonologique dans la mesure où, dans la langue française, cette opposition n'est pas significative.

En revanche, il faut souligner les limites de cette liberté acoustico-articulatoire, puisque cette réorganisation doit répondre à certaines contraintes. En effet, si l'« objet » réalisé sort des frontières de la zone de viabilité, au niveau articulatoire ou acoustique, le son ne sera pas perçu correctement, et l'intelligibilité du message sera réduite, tel que nous avons pu le constater chez certains de nos locuteurs pathologiques qui se trouvent, malgré la liberté de variations possibles existante, dans l'incapacité de respecter le cadre de variabilité imposé par le système linguistique en général.

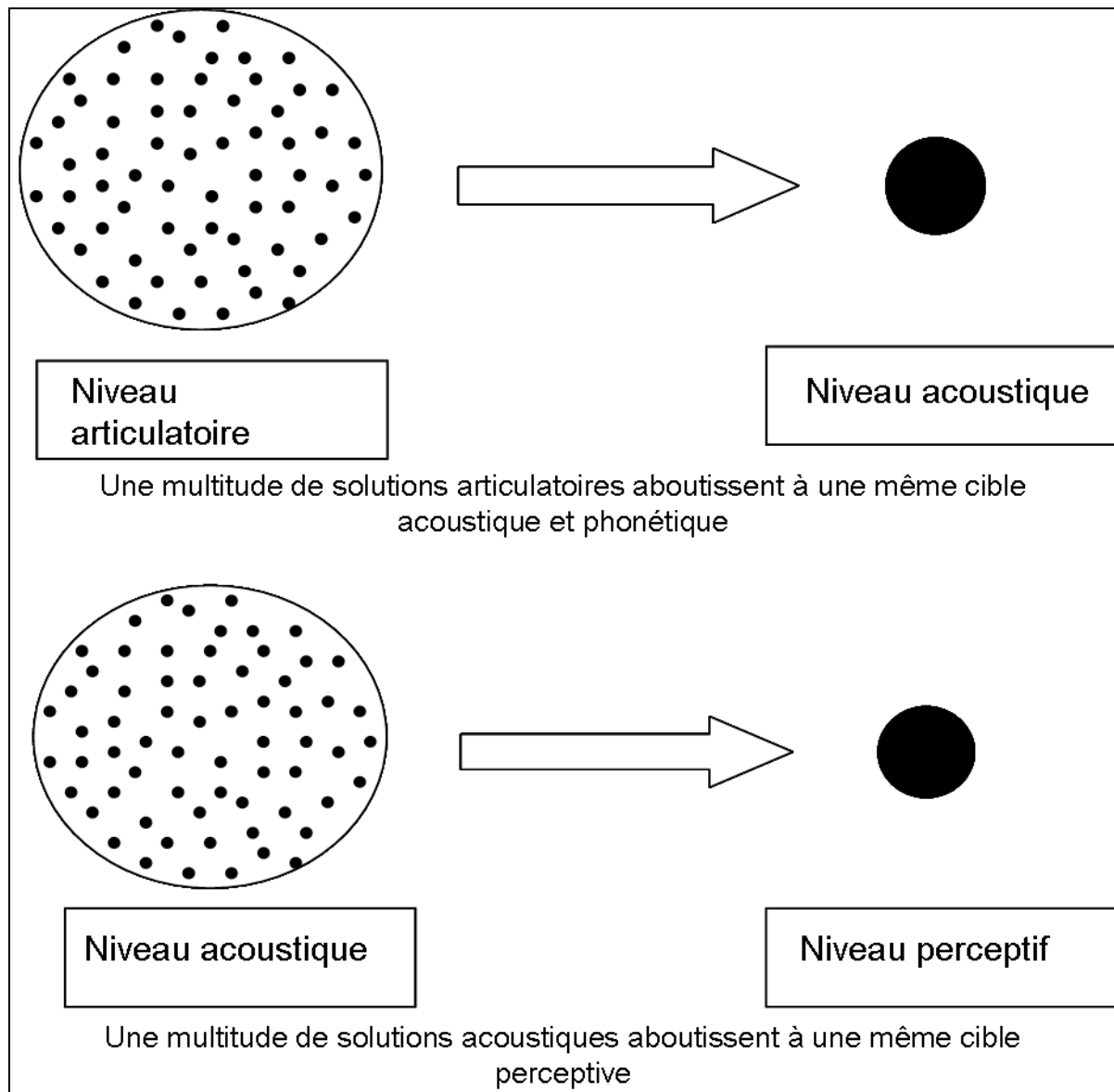


Figure 281: Illustration de la Théorie de la Viabilité ; diverses trajectoires articulatoires sont possibles pour une même cible acoustique, et diverses solutions acoustiques peuvent mener à une même cible perceptive. Les possibles articulatoires et acoustiques se situent à l'intérieur de leur cercle qui définit l'espace de viabilité.

Etude de la durée des segments phonétiques

Notre première expérience visait à mesurer les différences de durée émergeant entre les locuteurs porteurs d'une fente palatine et les locuteurs sains. Rappelons que les mesures de durées du VTT (Agnello, 1975 ; Hirsch, 2007) et du VOT (Lisker & Abramson, 1964 ; 1967) permettent de révéler certaines perturbations au niveau de la coordination des gestes glottiques et supraglottiques.

Nos hypothèses de départ étaient les suivantes :

Au niveau qualitatif, nous pensions que les occlusives linguales pourraient avoir des propriétés de fricatives chez nos locuteurs porteurs de fente palatine. En effet, ces locuteurs sont

souvent dans l'incapacité de réaliser une occlusion, et de produire le silence acoustique exigé pour la réalisation d'une occlusive non voisée.

Cette hypothèse a été confirmée par notre étude. Il est vrai que seule une locutrice a été en mesure de produire une occlusion ayant un silence acoustique. L'ensemble des autres locuteurs présente un signal à caractère fricatif puisque le silence acoustique, lorsqu'il existe, n'est pas net. Le signal montre alors une phase de tenue consonantique bruitée, puis une phase de VOT', pour les occlusives sourdes, comme pour les sonores.

Au niveau quantitatif, nous pensions que la durée du VTT serait plus longue chez les locuteurs pathologiques, résultant de ce ratage d'occlusion linguo-palatale. En effet, nous supposons que le délai d'arrêt de voisement serait plus long, après la disparition de la structure formantique stable de la voyelle, à cause de cette occlusion linguale mal maîtrisée et donc souvent approximative.

De la même façon, nous pensions que la durée du VOT serait également plus longue. Toujours par rapport au mauvais contrôle de l'occlusion, et donc son relâchement, le bruit d'explosion pourrait entraîner un retard de l'apparition de la structure formantique stable de la voyelle suivante.

Notre dernière hypothèse était également relative à ce problème de la réalisation correcte de l'occlusion pour la production des occlusives. Nous pensions que ces difficultés de fermeture pourraient entraîner aussi une durée plus longue de la tenue consonantique acoustique, de par son caractère fricatif.

Ces hypothèses ont été vérifiées par notre étude. Nous avons constaté des différences de durées du VTT, du VOT', et de la tenue consonantique entre nos locuteurs porteurs d'une fente palatine ou labio-palatine et nos locuteurs de contrôle. Et ces durées étaient effectivement plus importantes chez les locuteurs pathologiques.

De plus, il est intéressant de noter que le degré de différence de durée de ces divers paramètres dépendait du type de fente dont les locuteurs étaient porteurs.

Ainsi, notre étude a révélé des différences significatives parmi les locuteurs pathologiques, en fonction du type de fente dont ils ont été opérés. En effet, ces différences étaient plus déterminantes que les différences relatives à l'âge. Les stratégies adoptées par les locuteurs se feraient donc bien en fonction de la fente, et par conséquent de la forme du conduit vocal. Chaque type de perturbation aura ainsi un réajustement différent, et adapté. L'amortissement des vibrations laryngées, révélé par la durée du VTT, est un mouvement passif issu de la rupture d'équilibre entre la tension des cordes vocales et la pression sous-glottique. Il apparaît que nos locuteurs pathologiques aient des difficultés à rétablir cet équilibre dans la mesure où ces derniers sont le plus souvent dans l'incapacité de produire un silence acoustique ; il n'y a alors pas d'arrêt total du voisement. La durée de la tenue consonantique correspond, dans ce cas, chez les locuteurs pathologiques à la durée du VTT et du silence chez les locuteurs sains. Cette tenue

consonantique était donc bien plus longue chez les locuteurs porteurs d'une fente palatine ou labio-palatine, conformément à notre hypothèse de départ.

L'étude de la durée du VOT a manifesté des résultats similaires ; les locuteurs porteurs de fente présentent des durées de mise en mouvement des plis vocaux plus longues que les locuteurs de contrôle, confirmant les résultats de Kent et Forner (1983). Là aussi, des différences apparaissent entre les sujets pathologiques, en fonction de leur type de fente. Les sujets atteints de fentes palatines de type 1 et 3 (respectivement fente palatine postérieure et labio-palatine unilatérale) sont ceux qui ont les VOT les plus longs. Ce constat rejoint les résultats de Santelmann *et al.*, (1999) et Gibbon et Crampin (2001), par exemple, qui ont décrit des articulations diverses en fonction de la localisation de la fente. Cela confirme également les résultats de Béchet *et al.* 2008.

Aussi, nos résultats ont montré une décroissance de la durée du VOT avec l'augmentation de l'âge des locuteurs, tel que l'ont démontré Sundberg et Lacerda (1999), par exemple, dans leur étude sur l'interaction entre mères et enfants en suédois.

Il convient également de noter que les durées de VOT respectent l'ordre du lieu d'articulation antérieur/postérieur (Lisker & Abramson, 1964 ; Cho et Ladefoged, 1999), c'est-à-dire que les durées absolues des vélaires [k] et [g] sont plus longues que les durées absolues des occlusives antérieures [t] et [d], qui elles-mêmes sont plus longues que les durées absolues des VOT des bilabiales.

Ces différences de durées, entre les locuteurs sains et pathologiques, et à l'intérieur même du groupe de locuteurs pathologiques mettent en avant encore les stratégies individuelles employées par tout type de locuteurs. Cela révèle également la fragilité du système de coordination des gestes chez les locuteurs pathologiques, tout d'abord, ainsi que chez les enfants de façon plus générale. Car ce sont bien les contraintes de coordinations, telles que les décrivent Fowler et Saltzman (1993), par exemple, qui entraînent ces différences de durée. En effet, les locuteurs exécuteraient les gestes, en tant qu'entité à spécification spatio-temporelle et comme structure coordinative (Browman & Goldstein, 1989 ; 1990), en fonction des possibilités restreintes imposées par les gestes environnants. La fragilité de la coordination des gestes chez les locuteurs pathologiques et les locuteurs les plus jeunes peut être liée, aussi, à l'immaturité des habiletés sensori-motrices.

Les distinctions de durées entre les différents groupes de locuteurs semblent faire partie d'une stratégie globale de production de la parole, que chaque locuteur met en place pour atteindre la cible acoustique. En effet, l'allongement de la tenue consonantique chez les locuteurs porteurs d'une fente peut être considéré comme une forme de compensation palliant l'absence de silence acoustique, lors de la production des occlusives sourdes, par exemple. Aussi, comme l'ont montré Sock et Lofqvist (1995), la variation sensible des durées absolues des consonnes occlusives voisées et non voisées n'entraîne pas d'effet destructeur sur la production catégorielle de ces consonnes. Nous revenons ainsi à la Théorie de la Viabilité, puisqu'il semble que les locuteurs

déterminent ici, avec leurs stratégies, un ensemble de trajectoires viables, qui ne vont pas à l'encontre de la « survie » ou de la cohérence d'un système (Aubin & Cellina, 1984), mais qui permettent bien d'atteindre une cible acoustique recherchée. Le plus souvent, quelles que soient les stratégies adoptées, les sons désirés sont reconnaissables au niveau perceptif ; c'est bien la preuve que les locuteurs peuvent « bricoler » sur différents paramètres pour atteindre une des cibles acoustiques possibles qui seront perçues correctement.

L'équation du locus comme indice de coarticulation et de lieu d'articulation

A partir des mesures de F2 début/F2 milieu, nous avons voulu savoir si l'équation du locus pouvait servir d'indice de lieu d'articulation et du degré de coarticulation Consonne-Voyelle. Ainsi, notre hypothèse de départ était la suivante : nous pensions que les enfants porteurs d'une fente palatine ou labio-palatine présenteraient un taux de coarticulation gestuelle inférieur à celui des locuteurs sans trouble de la parole. Cela serait dû aux difficultés de coordinations oro-laryngées rencontrées par les locuteurs porteurs de fentes, comme révélées par nos données sur le VOT (cf. *supra*). Cette perturbation au niveau de la coordination gestuelle, et donc de la coarticulation, se traduirait par des pentes d'équation du locus proches de 0 chez les locuteurs pathologiques, et des pentes d'équation du locus proches de 1 chez les locuteurs de contrôle.

Nous avons analysé pour cette expérience des locuteurs de deux classes d'âge : 9 ans et 12 ans. Aussi, nous avons trois groupes de locuteurs pathologiques, à savoir des locuteurs porteurs de fentes postérieure, labio-palatine unilatérale et labio-palatine bilatérale totale.

Globalement, nous avons constaté une diminution de la variabilité en fonction de l'âge, chez les deux groupes de locuteurs, pathologiques et non pathologiques, cela rejoignant nos premières conclusions. Il est possible que la forte variabilité des patrons coarticulatoires observée chez les locuteurs les plus jeunes, âgés de 9 ans, soit liée à l'interaction de facteurs anatomiques et perceptifs lors de la croissance.

Nous l'avons évoqué dans le chapitre III, le degré de coarticulation varie, en principe, en fonction de la nature de la consonne et de son lieu d'articulation. Ainsi, les bilabiales sont les consonnes les plus adaptables à la voyelle suivante. Ce sont ensuite les vélaires qui montrent les pentes d'équation du locus les plus fortes, tandis que les consonnes antérieures, elles, sont plus résistantes à la coarticulation (Lindblom, 1963). Nos locuteurs de 12 ans suivent ces résultats attestés dans la littérature, mais ce n'est pas le cas de nos locuteurs âgés de 9 ans. En effet, chez ces derniers, il arrive que les consonnes vélaires soient plus résistantes à la coarticulation, tandis que les consonnes antérieures montrent un degré important d'adaptation à la voyelle suivante. La variabilité, soulignée par les faibles valeurs de coefficients de détermination (R^2), est extrêmement importante dans les réalisations de ces locuteurs, rejoignant, entre autres, Serano et Liberman (1987). Nous pensons qu'il s'agit principalement, ici encore, de l'immaturation du contrôle des

gestes chez ces enfants, qui affaiblit le phénomène de coarticulation. A l'âge de 9 ans, il est possible que les enfants articulent encore les sons de façon relativement indépendante, ce qui pourrait expliquer la résistance articuloire de la vélaire. Il est possible également que ces locuteurs aient hyperarticulé certains sons.

D'un point de vue articuloire, si nous considérons l'équation du locus comme indice de lieu d'articulation, ces résultats peuvent révéler une perturbation du lieu d'articulation des consonnes. En effet, tel que l'a montré Sussman (1999), les vélaire sont soumises à une grande variabilité articuloire en fonction du contexte consonantique, rendant des pentes plus ou moins plates, en fonction du lieu d'articulation. Le manque de précision dans le lieu d'articulation des consonnes pourrait se révéler ici ; cela rejoindrait l'étude de Gibbon et Crampin (2001) qui a montré l'existence d'une articulation compensatoire miodorso-palatale chez les locuteurs porteurs d'une fente palatine ou labio-palatine, pour les occlusives vélaire et antérieures.

Dans l'ensemble, nous avons constaté des pentes de régression des droites d'équation du locus plus prononcées chez les locuteurs porteurs de fente palatine ou labio-palatine, par rapport aux locuteurs de contrôle. Cela révélerait ainsi un degré de coarticulation des séquences C-V plus important chez les locuteurs pathologiques, ce qui ne confirme pas l'hypothèse selon laquelle les locuteurs sains, présentant un meilleur contrôle des gestes, auraient davantage de coarticulation dans la production de la parole.

Les locuteurs porteurs de fente ayant davantage de difficulté à produire les fermetures des occlusives, nous pensons que ce degré de coarticulation est davantage lié à cette fragilité de leurs réalisations consonantiques. En effet, du fait des complications qu'ils rencontrent lors de la production des consonnes, les locuteurs pathologiques réussissent souvent mieux la production des voyelles. Celles-ci sont alors plus influentes sur l'articulation des consonnes, qui s'adaptent fortement aux caractéristiques de la voyelle suivante.

Aussi, nous parlerons en termes de résistance coarticuloire. Rappelons que les différences de pente sont associées au degré de résistance coarticuloire de la consonne par rapport à la voyelle suivante (Bladon & Al-Bamerni, 1976 ; Recasens, 1985, 1991 ; Fowler, 1994), la voyelle et la consonne étant en concurrence pour le recrutement de la langue, qui est nécessaire à leur production.

Cette expérience met en avant le caractère individuel des stratégies mises en place par nos différents locuteurs, sains et pathologiques. En effet, l'analyse individuelle des locuteurs a permis de révéler des comportements articuloires et coarticuloires bien distincts chez chaque locuteur. Les locuteurs porteurs d'une fente palatine postérieure, par exemple, bien qu'ayant tous une fente localisée dans la même zone de la cavité buccale, à savoir le velum, emploient chacun une manœuvre articuloire distincte, appropriée à la réorganisation de son propre système de production-perception de la parole.

Les locuteurs porteurs d'une fente labio-palatine bilatérale totale, eux aussi, même si tous font preuve d'un fort degré de coarticulation, ont chacun des stratégies différentes. Nous attribuons ici encore le degré de coarticulation élevé au manque de précision et à la difficulté de

réalisation des consonnes par les locuteurs pathologiques. Ce constat, qui repose sur un nombre significatif de données, confirme ainsi les résultats de l'une de nos études préliminaires (Béchet *et al.*, 2008).

Cela nous amène à souligner encore le caractère variable de la production de la parole. En effet, malgré les différences remarquables entre les stratégies déployées par chaque locuteur, les cibles atteintes sont très proches les unes des autres. Ce fait montre encore la grande plasticité du geste des articulateurs, qui est adaptable et malléable (Lindblom, 1991). Cette observation ne va pas dans la même direction que celle que prône la Théorie Motrice de la Perception (Lieberman & Mattingly, 1985), selon laquelle il existerait un invariant de nature articuloire en parole. En revanche, tel que l'avancent Guenther et Perkell (2004), les cibles seraient bien des combinaisons de paramètres acoustiques et articuloires, et seraient situées dans un espace bi-dimensionnel acoustico-perceptif. Le but perceptif serait donc bien prioritaire sur les contraintes gestuelles selon Guenther et Perkell (2004). La Théorie Quantique de Stevens (1985) définit les propriétés acoustiques comme étant invariantes. Bien que nous rejoignons cette théorie sur le principe de la non-linéarité du passage de l'articuloire à l'acoustique, nous ne pensons pas que les propriétés acoustiques puissent avoir quelque forme d'invariance. En effet, cette expérience menée grâce à l'équation du locus montre encore une fois qu'il existe bien un espace de variabilité acoustique possible pour une même cible perceptive. Le concept d'unités perceptuo-motrices, proposé par Schwartz *et al.* (2010), serait plus proche du comportement observé chez nos locuteurs. Dans leur approche interactionnelle, les catégories phonétiques émergent grâce à un lien étroit entre le moteur et le sensoriel.

Dans cette analyse également, nous avons constaté une variabilité plus importante chez les locuteurs pathologiques par rapport aux locuteurs sains.

Analyses formantiques

Au niveau des analyses formantiques des voyelles et consonnes, notre hypothèse de départ était qu'un manque de précision articuloire entraînerait des ratages de cibles chez les locuteurs porteurs d'une fente palatine. Nos hypothèses, selon qu'il s'agisse d'une voyelle ou d'une consonne, diffèrent alors sur la source du trouble, provoqué par la fente, et qui entraîne ces déviations articuloires.

Nous proposons tout de même de revenir sur les résultats de chacune des analyses indépendamment.

Etude du triangle vocalique : F1/F2

Notre hypothèse de départ était que le triangle vocalique serait réduit chez les locuteurs porteurs de fente palatine ou labio-palatine, par rapport aux locuteurs sans trouble de la parole. En effet, nous pensons qu'à cause des perturbations induites par les opérations dans la cavité buccale, les locuteurs porteurs d'une fente palatine auraient tendance à ne pas atteindre les cibles

« canoniques » au niveau articulatoire, entraînant des ratages de cibles et une réduction de l'espace vocalique.

Nous avons mené cette étude en deux parties, la première analysant les locuteurs âgés de 9 ans, la seconde les locuteurs âgés de 12 ans.

Il est apparu que notre hypothèse de départ était impropre à caractériser les stratégies compensatoires, car les locuteurs porteurs d'une fente labio-palatine bilatérale totale, de 9 et 12 ans, ont tous des triangles vocaliques dont l'aire est supérieure à l'aire des triangles vocaliques des locuteurs de contrôle. Seul un locuteur pathologique, porteur d'une fente labio-palatine unilatérale simple, montre des triangles dont l'aire est systématiquement inférieure à l'aire des triangles des locuteurs de contrôle.

La comparaison des valeurs de locuteurs âgés de 9 ans a permis de mettre en avant un espace vocalique différent en fonction du contexte consonantique, l'opposition de sonorité marquant davantage la différence par rapport au lieu d'articulation antérieur/postérieur. Les aires des triangles vocaliques sont en effet plus petites en contexte d'occlusives non voisées par rapport au contexte d'occlusives voisées, principalement chez les locuteurs pathologiques, réduisant ainsi l'écart des valeurs d'aire entre locuteurs pathologiques et locuteurs de contrôle. En effet, nous avons constaté que la différence d'aire des triangles vocaliques est largement plus importante en contexte de consonnes non voisées.

Cette différence peut s'expliquer du fait de la difficulté des locuteurs porteurs de fente palatine à produire les occlusives de façon générale et les occlusives non voisées plus particulièrement. Ainsi, ils compenseraient ces « mauvaises » productions consonantiques par une sur-articulation des voyelles, ce phénomène étant accentué en contexte de consonnes non voisées, où la réalisation imposée d'un silence acoustique correspond à une tâche supplémentaire pour ces locuteurs.

Il apparaît également que les zones cibles sont plus précises chez les locuteurs de contrôle par rapport aux porteurs d'une fente labio-palatine. Ceci révèle le manque de précision chez les locuteurs pathologiques, et met en avant le caractère immature du contrôle de leurs gestes articulatoires. Cela va dans le sens de nos résultats préliminaires (Béchet *et al.*, 2009), où nous avons constaté une surface de contact linguo-palatale plus importante chez les locuteurs pathologiques, par rapport aux locuteurs sains. En effet, les conséquences acoustiques de ces contacts sont établis par la différence de F2-F1 (Yuen *et al.*, 2007).

La comparaison des espaces vocaliques des locuteurs âgés de 12 ans a révélé une grande différence entre le locuteur porteur d'une fente labio-palatine bilatérale totale, celui porteur d'une fente labio-palatine unilatérale simple, et les locuteurs de contrôle. En effet, dans les quatre contextes consonantiques, le locuteur porteur d'une fente labio-palatine bilatérale totale présente un triangle vocalique dont l'aire est plus grande que l'aire du triangle vocalique des sujets sains, tandis que le locuteur porteur d'une fente labio-palatine unilatérale simple, lui, a un espace vocalique réduit par rapport aux autres locuteurs.

Les aires les plus petites sont constatées chez ce locuteur en contexte consonantique antérieur, soit les consonnes produites dans la zone opérée. Nous pensons que ce locuteur est gêné également lors de la production des voyelles, puisque le triangle est réduit aussi en contexte vélaire, zone non affectée par la fente. Cette gêne pour les productions vocaliques pourrait expliquer l'amplitude moindre des mouvements linguaux de ce locuteur par rapport aux autres locuteurs. Les mesures de durées vocaliques, et de l'ensemble des segments prononcés ont révélé une vitesse d'élocution significativement plus rapide chez ce locuteur. Ce résultat expliquerait la réduction de l'espace vocalique (le phénomène d'« undershoot » tend à attirer les voyelles vers le centre du triangle vocalique avec l'augmentation de la vitesse d'élocution, Lindblom, 1963) et laisse supposer qu'à une vitesse d'élocution comparable à celle des autres locuteurs, non pathologiques et ceux porteurs d'une fente labio-palatine bilatérale totale, ce locuteur, porteur d'une fente labio-palatine unilatérale simple, aurait un triangle vocalique d'une aire comparable, voire supérieure à l'aire des triangles vocaliques des autres locuteurs.

Le phénomène de sur-articulation des voyelles comme solution de compensation aux ratages de cibles des occlusives serait donc une stratégie commune à tous nos locuteurs porteurs de fente palatine, même si dans leurs productions effectives, les cibles articulatoires diffèrent, ou sont plus ou moins variables.

Nos analyses de durées des voyelles chez les locuteurs sains et les locuteurs pathologiques âgés de 9 ans ne nous ont en revanche pas permis d'expliquer les différences d'aire des triangles, dans la mesure où ces durées étaient comparables chez les deux groupes de locuteurs.

Cette étude a permis une nouvelle fois de mettre en exergue le fait que la variabilité soit toujours plus importante dans les productions des locuteurs pathologiques, par rapport à celles des locuteurs sains, quels que soient l'âge et le type de fente des locuteurs, ou le contexte consonantique étudié. Il apparaît donc, tel que nous l'avions préconisé, que la cicatrice liée à la fente soit une source de perturbation entraînant une gêne pour l'atteinte précise de la cible articulatoire.

Il semble que la variabilité ait touché davantage les valeurs de F2, c'est-à-dire que les variations auraient lieu principalement sur le plan du geste lingual antérieur postérieur, plutôt qu'au niveau de l'aperture. Cela corrobore nos résultats issus de l'étude d'équation du locus et des durées, puisque ceux-ci ont révélé une perturbation des lieux d'articulation des consonnes vélares et antérieures vers le milieu du palais, formant des occlusives middorso-palatales.

Ainsi, cette étude n'a pas confirmé notre hypothèse de départ, puisque nous pensions que les locuteurs auraient tendance à neutraliser l'opposition de lieu d'articulation des productions consonantiques, entraînant ainsi une réduction de l'aire du triangle vocalique. Or, au contraire, ces locuteurs sur-articulent les voyelles pour compenser les ratages de cibles des consonnes.

Etude du triangle consonantique : F2/F3

Notre postulat de départ était que, lors de la production des occlusives sonores, les locuteurs porteurs d'une fente palatine ou labio-palatine seraient moins précis que les locuteurs sans trouble de la parole, au niveau de la réalisation du lieu d'articulation « canonique ». Nous pensions que la difficulté des locuteurs pathologiques à effectuer l'occlusion nécessaire à l'émergence de ces consonnes occlusives était à l'origine des déviations attendues du contrôle du geste.

Les quatre types de fente sont représentés par les locuteurs dans cette expérience. Ainsi, l'analyse sujet par sujet des valeurs de F2 et F3 a révélé certaines caractéristiques propres à chaque type de fente.

Cette expérience, comme les précédentes, a dévoilé un degré de variabilité, variabilité intra et interindividuelle, significativement plus important chez les locuteurs porteurs d'une fente palatine ou labio-palatine, par rapport aux locuteurs sains. Ainsi, nous voyons ici encore la fragilité des productions des locuteurs pathologiques. Celle-ci transparaît surtout à travers la variabilité intra-individuelle. La variabilité inter-individuelle souligne, quant à elle, les différentes alternatives articulatoires-acoustiques employées par les locuteurs pathologiques pour réaliser le son désiré. En effet, rappelons que la variabilité articulatoire pourrait être liée à la forme du palais des locuteurs (Perkell, 1997) ; chaque locuteur est ainsi contraint d'adapter ses gestes en fonction de la configuration de son conduit vocal. En effet, il convient de souligner une nouvelle fois qu'un changement de la position de la langue peut entraîner plus ou moins de variabilité acoustique selon la forme du conduit vocal (Brunner *et al.*, 2006).

Nous avons pu noter que les valeurs de F2 et F3 diminuent avec l'augmentation de l'âge chez tous les locuteurs, pathologiques et non pathologiques, pour toutes les occlusives. Cette évolution des valeurs correspond à l'agrandissement du conduit vocal, qui induit une réadaptation de la part de tous les locuteurs, et peut expliquer la variabilité importante des sujets sains, tel que nous l'avons vu *supra*.

Chez les locuteurs sains, chaque occlusive a sa propre zone de contact, les valeurs de F2/F3 étant bien distinctes chez ces locuteurs. Rappelons que les occlusives [b] et [g] se distinguent au niveau des valeurs de F2, et [g] et [d] sur le plan de F3. Cela n'est en revanche pas le cas des locuteurs porteurs d'une fente palatine postérieure, d'une fente labio-palatine bilatérale totale et d'une fente labio-palatine unilatérale simple. Seuls les locuteurs porteurs d'une fente sous-muqueuse maintiennent les oppositions entre les différentes occlusives. Cette confusion des cibles acoustiques révèle la difficulté des locuteurs pathologiques à produire les occlusives. En effet, outre la variabilité inter-individuelle, qui souligne les diverses formes acoustiques possibles pour une même cible, la variabilité intra-individuelle indique souvent une véritable confusion, ou une neutralisation de l'opposition des lieux d'articulation des sons. En effet, seule la consonne [b]

est toujours bien réalisée chez les locuteurs pathologiques. Très souvent, les valeurs des consonnes [g] et [d] se rejoignent sur le plan de F3, indiquant un lieu d'articulation proche, voire identique pour les deux consonnes. Ce phénomène rejoint nos constats précédents, relatifs à la production d'une occlusive middorso-palatale compensatoire. L'existence d'une telle consonne compensatoire va dans le sens aussi d'une grande variété de solutions articulatoires et acoustiques possibles pour une même cible perceptive, puisque les sons sont perçus, le plus souvent, correctement. Nous pouvons donc parler ici de ratage de cible articulatoire chez les locuteurs porteurs d'une fente palatine, mais il faut surtout prendre en considération le fait que leur cible articulatoire n'est pas la même chez des locuteurs de contrôle, puisque chacun semble établir sa propre cible en fonction de la nature de sa reconstruction palatale. Ces résultats vont dans le sens de Béchet *et al.* (2011), qui montraient des tendances similaires chez un groupe de locuteurs plus restreint.

Notons que le facteur « âge » différencie les résultats des locuteurs dans cette étude également. En effet, ce sont à nouveau les résultats des locuteurs de 9 ans qui apparaissent comme étant les plus variables et donc les plus fragiles. Aussi, les zones de viabilité des sons ne sont pas toujours atteintes chez ces locuteurs.

Nous avons ici encore une nouvelle illustration des divers chemins articulatoires et acoustiques possibles pour accéder à une même cible articulatoire, tels qu'envisagés par la Théorie de la Viabilité.

Rappelons le principe de dispersion auditive combiné au déploiement de gestes naturels de la parole dans le développement, qui offrirait une solution globale pour les voyelles, les occlusives et leur combinaison dans la formation de syllabes (Schwartz & Boë, 2007). La solution perceptuo-motrice pourrait être un principe de base pour les stratégies déployées par les locuteurs porteurs de fentes palatine et labio-palatine, locuteurs qui combinent des variations à différents niveaux afin de gérer une zone de viabilité permettant d'accéder à un son prototypique.

Comme nous l'avons énoncé plus haut, l'occlusive bilabiale [b] est toujours réalisée correctement. En revanche, cette expérience a permis de soulever la difficulté particulière des locuteurs pathologiques à produire l'occlusive vélaire [g]. En effet, c'est la consonne qui est soumise au plus de variabilité et, nous venons d'en discuter, qui est souvent confondue, au niveau acoustique et articulatoire, avec l'occlusive antérieure [d]. Le plus souvent, la vélaire [g] est réalisée avec une valeur de F3 trop élevée, ce qui constitue un indice indiquant qu'elle n'est généralement pas articulée dans la zone vélaire, mais dans une zone plus antérieure, réduisant la frontière qui la sépare du [d], tel que nous l'avons vu.

Aussi, il faut noter que cette consonne est très rarement réalisée avec des valeurs de F2 et F3 identiques, chez les locuteurs pathologiques, telle qu'elle devrait l'être selon Abry *et al.* (2003) et telle qu'elle l'est chez les locuteurs sains. Les valeurs des transitions consonne-voyelle observées ne sont pas non plus celles attendues, c'est-à-dire F2 descendant et F3 montant pour la

vélaire [g], F2 et F3 montants pour la consonne [b], et F2 et F3 descendants lors de la transition C-V, où C est [d] (Delattre *et al.*, 1955). Le [g] est réalisé avec des valeurs de F2 et F3 différentes.

Nous pensons que la difficulté de production de cette consonne peut être liée au problème qu'ont les locuteurs pathologiques à fermer le port vélo-pharyngal. En effet, la langue serait souvent sollicitée pour assister cette fermeture, et elle serait en conséquence moins disponible pour la réalisation de la consonne.

Les productions consonantiques des locuteurs porteurs d'une fente palatine et labio-palatine sont nettement moins précises que celles des locuteurs de contrôle, nous en avons déjà rendu compte. Notre hypothèse de départ est donc vérifiée.

Ainsi, contrairement aux voyelles, dont la sur-articulation apparaissait à travers un agrandissement de l'espace vocalique chez les locuteurs pathologiques, les aires des triangles consonantiques sont généralement plus élevées chez les locuteurs sains. Cela indique que les locuteurs pathologiques, probablement gênés par la présence de la cicatrice, ont des mouvements plus restreints à l'intérieur de la cavité buccale, lors de la production des occlusives, tandis que les locuteurs de contrôle réalisent ces mêmes productions dans des espaces bien distincts les uns des autres (cela est révélé par la distribution des valeurs de F2/F3, situées à des niveaux plus extrêmes du triangle consonantique).

Cette observation confirme notre hypothèse relative à la sur-articulation vocalique ; il semble bien que les locuteurs compensent le manque de mobilité des articulateurs lors de la production des occlusives par une sur-articulation des voyelles.

En ce qui concerne la production de ces trois occlusives voisées, il apparaît que ce sont les locuteurs porteurs d'une fente labio-palatine bilatérale totale et d'une fente labio-palatine unilatérale totale qui aient le plus de difficultés. Cela peut s'expliquer du fait que ce sont les locuteurs ayant les types de fente les plus sévères. C'est chez les locuteurs porteurs d'une fente labio-palatine bilatérale totale que l'on trouve le plus de configurations différentes des triangles consonantiques.

Enfin, nous tenons à rappeler à notre lecteur que ces hypothèses restent sans réponses définitives en raison principalement de la grande variabilité existante dans les résultats des locuteurs atteints de divisions palatines. Il faut donc considérer ces résultats comme des tendances, même si celles-ci semblent déjà avoir des allures de robustesse.

Conclusion et perspectives...

Cette étude se veut une contribution aux investigations sur la parole pathologique en général et sur celles des fentes palatines et labio-palatines en particulier. La problématique des fentes palatines, telle que nous l'avons vue plus tôt dans ce travail, est très répandue et, malgré des progrès chirurgicaux considérables, certains troubles de la parole liés à ce type de pathologie sont persistants. La parole est le premier moyen de communication et d'interaction sociale et les différents troubles de la parole sont accompagnés le plus souvent de troubles du développement.

Il nous paraît important de rappeler la difficulté de travailler sur des productions d'enfants, et davantage encore sur des productions de locuteurs pathologiques, tant au niveau de l'analyse acoustique qu'à celui de l'analyse et de l'interprétation des résultats. En effet, nous avons mis en exergue le caractère principal des productions de nos jeunes locuteurs qu'est l'omniprésence de la variabilité. Celle-ci implique et impose une rigueur d'analyses précises et relativise la robustesse des analyses statistiques.

Nous avons pu mettre en valeur, dans ce travail, les différentes stratégies employées par les locuteurs porteurs d'une fente palatine ou labio-palatine, selon le type de fente dont ils ont été opérés, ainsi qu'en fonction de leur âge. Tel que nous l'avons développé *supra*, la spécificité de la parole pathologique observée chez ces locuteurs, par rapport à nos locuteurs de contrôle, réside dans leur capacité à pallier leurs gênes par des combinaisons de manœuvres qui leur permettent d'aboutir à des cibles proches ou similaires à celles de sujets sains. Il nous faut souligner toutefois les limites de ces stratégies. En effet, les locuteurs montrent des espaces de cibles articulatoire-acoustiques toujours plus larges que ceux des locuteurs sains, mais ces espaces ne sont pas toujours viables perceptivement.

Ce travail a permis aussi, et surtout, de mettre au jour l'omniprésence de la variabilité dans la parole, qui témoigne du degré de liberté existant à des niveaux différents, à savoir le niveau articulatoire et acoustique, et dont dispose les locuteurs. Ainsi tout locuteur, sujet à un trouble de la parole, ou non, a la possibilité d'organiser ou de réorganiser son système de production-perception de la parole en fonction de sa gêne éventuelle ou simplement pour répondre à un principe d'économie. Il peut également sur-articuler selon la nature de la perturbation articulatoire, le contexte d'interaction, ou en fonction des exigences de son interlocuteur.

Ainsi, dès lors que les sons restent dans un domaine viable à ces deux niveaux, articulatoire et acoustique, les locuteurs sont en mesure d'atteindre la cible perceptive désirée. Rappelons tout de même que les degrés de variations possibles restent soumis à certaines contraintes, puisque les caractéristiques articulatoires et acoustiques des sons ne doivent pas sortir de cette zone de viabilité pour atteindre leur cible. Notre thèse s'inscrit ainsi dans le cadre de la Théorie de la Viabilité, dont nous proposons une autre illustration ci-dessous (Figure 279, Vaxelaire, 2007). Cette figure illustre différents domaines de viabilité (les cercles) d'entités phonétiques ou phonologiques. Chaque entité possède sa réalisation optimale canonique (« cible » hypothétique). Cependant, des variantes peuvent être réalisées à l'intérieur du domaine de

viabilité, ce qui correspond au champ de dispersion possible de l'entité phonétique ou phonologique. La frontière du domaine de viabilité est également définie par d'autres entités avoisinantes qui imposent des contraintes de contrastes phonétique ou phonologique. A noter que l'entité phonétique ou phonologique est composée physiquement de dimensions spatiales et temporelles (mm, ms, dB, Hz...) et de relations entre ces dimensions (R , R^2 ...).

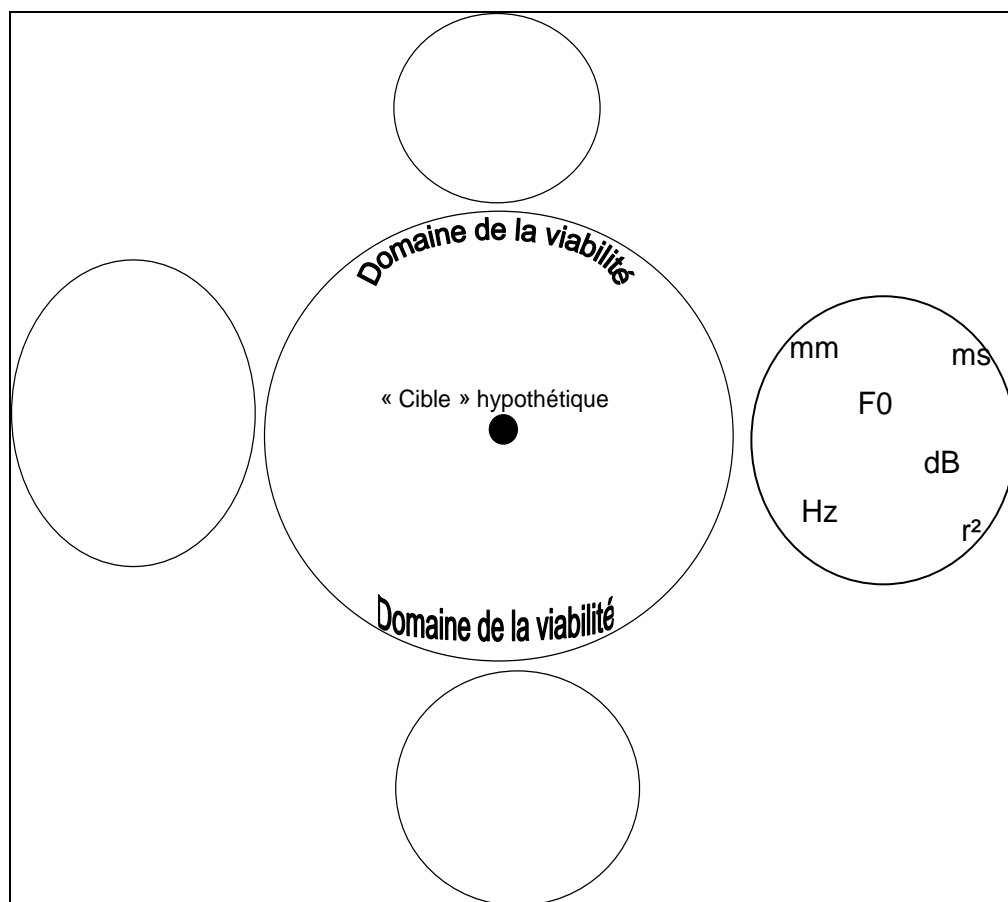


Figure 282 : Illustration de la Théorie de la Viabilité (Vaxelaire, 2007).

Notons encore le caractère idiosyncrasique de la production de la parole. Pour atteindre une même cible perceptive, chaque locuteur aura une multitude de solutions articulatoires et acoustiques possibles, et chacun définira ses propres limites de viabilité en fonction de l'organisation de son système. Cela va donc à l'encontre du postulat prônant l'existence d'une invariance quelconque, sinon celle de la cible perceptive, puisque les locuteurs, malgré les contraintes existantes, peuvent faire varier un nombre important de paramètres pour atteindre la même cible. Cette propriété est particulièrement visible chez les locuteurs pathologiques, qui font preuve, malgré les perturbations induites par leur lésion, d'une grande habileté de réajustement, même s'ils ne parviennent pas tous, toujours, à atteindre leurs cibles.

Quelques limites de la thèse et perspectives

Les limites de notre travail, selon nous, se situent principalement au niveau du système d'acquisition des données utilisé. En effet, nos expériences ont toutes été réalisées sur la base unique du signal acoustique. Or un complément de données articulatoires aurait été riche d'informations.

En outre, notre travail porte sur de jeunes locuteurs qui de surcroît sont des locuteurs pathologiques. Une des difficultés rencontrées au cours de ce travail réside dans le nombre de locuteurs étudiés qui, pour certaines expériences, reste faible. En effet, nous avons voulu privilégier une analyse fine et précise des résultats de nos locuteurs en constituant des groupes les plus homogènes possible, dans la mesure où les productions de différents locuteurs peuvent être considérées comme homogènes. La recherche de rigueur dans une telle démarche entraîne ainsi sa faiblesse, puisque nos résultats, voulant être le plus juste possible, reposent parfois sur un nombre réduit de locuteurs, qui nous impose l'énoncé seul de tendances. L'inconvénient d'une telle méthodologie réside dans l'impossibilité d'affirmer des conclusions fortes qui seraient vérifiées par des analyses statistiques irréfutables, mais nous avons préféré apporter des données bien contrôlées, même s'il ne s'agit que de tendances, plutôt que de risquer d'afficher des résultats qui pourraient être erronés. Nous avons pu voir en effet l'importance de la variabilité des résultats, omniprésente à l'intérieur des groupes constitués, et au niveau intra-individuel même. Ces distinctions de groupes nous paraissent donc indispensables pour éviter des généralités au sujet de locuteurs pathologiques, qui plus est, enfants, lorsque justement des traits particuliers peuvent apparaître. En revanche, ces différentes expériences mériteraient d'être poursuivies avec un nombre plus large de locuteurs, tout en gardant les groupes distincts, afin de renforcer ces premiers résultats.

En complément de ce travail, d'autres analyses peuvent être menées sur notre base de données de locuteurs. Toujours dans un souci de justesse des résultats, nous avons en effet éloigné les productions des locuteurs de 3 et 6 ans. Ces derniers n'ont pas prononcé le même corpus ou alors dans des conditions différentes puisqu'ils ne savaient pas lire. Nous avons donc préféré écarter les données de ces locuteurs. Néanmoins, une analyse des productions de ces derniers pourrait enrichir cette étude, en apportant davantage d'information et donc renforcer nos résultats relatifs aux stratégies développées par les locuteurs en fonction de l'âge.

Nous aimerions également poursuivre cette présente étude en menant des tests de perception. L'intelligibilité des différents groupes de locuteurs pathologiques pourrait ainsi être jugée grâce à ces tests. Aussi, ces derniers permettraient de vérifier si les paramètres étudiés vont, ou non, dans le même sens. Notre hypothèse est que le manque de précision des gestes, visible sur le signal sonore, pourrait être perçu dans l'intelligibilité de la parole, non seulement par des phonéticiens mais aussi par des auditeurs non spécialistes.

Nous avons favorisé dans notre travail des analyses qui reposent sur des données objectives, et des tests de perception pourraient enrichir les résultats apportés dans cette présente étude.

Aussi, nous pensons qu'il serait intéressant d'acquérir des données auprès d'enfants atteints de fente palatine ou labio-palatine et d'enfants sains en milieu moins contraignant, comme par exemple au sein de la famille. De telles données nous rapprocheraient des productions dites spontanées.

Enfin, d'autres paramètres acoustiques, ainsi que des paramètres articulatoires mériteraient d'être explorés afin de compléter les résultats présentés ici, et d'apporter davantage de poids et de précisions aux interprétations proposées dans ce travail. Cette démarche devrait permettre de consolider nos résultats à l'aide de modèles géométriques du conduit vocal et de modèles biomécaniques (Laprie & Busset, 2011 ; Perrier *et al.*, 2011) ; cela s'inscrirait dans le projet de notre équipe de recherche « Percevoir : une histoire sensori-motrice d'événements audibles et visibles », Programme de la MISHA, 2013-2017.

Bibliographie

Abdelli-Beruh N.B., 2004

The stop voicing contrast in French sentences: contextual sensitivity of vowel duration, closure duration, VOT, stop release and closure voicing. *Phonetica*, 61 (4), 201-219.

Abe M., 1987

Pathophysiology of nasopharyngeal articulation: sound analysis and observation of articulatory movement. *Japanese Journal of Logopedy and Phoniarty*, 28, 239-250.

Abry C., Autesserre D., Barrera C., Benoit 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. *14^{èmes} Journées d'Etude sur la Parole du GCP du GALF*, 156-163.

Abry C., 2003

[b]-[d]-[g] as a universal triangle as acoustically optimal as [i]-[a]-[u]. *The 15th International Congress of Phonetic Sciences*, 727-730.

Abry C. Lallouache T., 1995

Le MEM : un modèle d'anticipation paramétrable par locuteur. Données sur l'arrondissement en français. *Les Cahiers de l'I.C.P. Bulletin de la Communication Parlée*, 3, 85-99

Ábyholm F.E, Borchgrevink H.H.C., Eskeland G., 1979

Palatal fistulae, following cleft palate surgery, *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery and Hand Surgery*, 13, 295-300.

Ackerman H., Mathiak K., & Riecker A., 2007

The contribution of the cerebellum to speech production and speech perception: clinical and functional imaging data. *The cerebellum*, 6, 202-213.

Adams M.R. Hayden P., 1976

The ability of stutterers and non stutterers to initiate and terminate phonation during production of isolated vowel. *Journal of Speech and Hearing Research*, 15, 572-578.

Adams M.R., 1984

Differential assessment and direct treatment of stuttering. In J. Costello (Ed.), *Speech disorders in children*, 261-290.

Agnello J., 1975

Voice Onset and Voice Termination features of stutterers. In L. M. Webster & L.C. Furst (Eds.), *Vocal tract dynamics and dysfluency*. New York: Speech and Hearing Institute, 940-954

Albery E., 1991

Consonant articulation in different types of cleft lip and palate. Leicester, England: Leicester Polytechnic. Thesis.

Alberty E, Grunwell P., 1993

Consonant articulation in different types of cleft lip and palate. In Grunwell P (Ed.) *Analyzing Cleft Palate Speech*. London: Whurr Publishers, 83-110.

Alfonso P.J., 1991

Implications of the concepts underlying task-dynamic modeling on kinematic studies of stuttering. In H.F.M. Peters W. Hulstijn C.W. Starkweather, *Speech motor control and stuttering*, 79-100.

Amaratunga N.A., 1988

Occurrence of oronasal fistulas in operated cleft palate patients. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 46, 834-837.

Amerman J. & Daniloff R., 1977

Aspects of lingual coarticulation. *Journal of Phonetics*, 5, 107-113.

Aubin, J.P. (1991)

Viability Theory. Birkhäuser, Berlin.

Aubin J.-P. Cellina A., 1984

Differential inclusions. New York, Springer Verlag.

Backus P., Clancy J., Henry L. et Kemper J., 1943

The child with a cleft palate, Ann Arbor: University of Michigan Press.

Baran J.A., Zlatin Laufer M. & Daniloff R., 1977

Phonological contrastivity in conversation: a comparative study of voice onset time. *Journal of Phonetics*, 5, 339-350.

Baylon-Campillo H., Montoya P., Pietra J., 1987

Résultats phonétiques de 33 enfants présentant un bec de lièvre avec division palatine opérés à 3 mois et à 6 mois. *Glossa*, 5, 20-28.

Beautemps D., 2000

Parole hyper-articulée : données et analyses acoustiques pour des plosives en français. *23^e Journées d'Étude sur la Parole*, 88, 437-440.

Béchet M., Hirsch F., Ferbach-Hecker V., Sock R., 2008

L'équation du locus comme indice de coarticulation dans l'articulation des occlusives sourdes chez les enfants atteints de fente palatine. *27^e Journées d'Étude sur la Parole*, Avignon, 1549-1563

Béchet M., Ferbach-Hecker V., Hirsch F. Sock R., Vaxelaire B. & Stierlé J.-L., 2008

The production of stops in VCV sequences in children with a cleft palate: an acoustic study. *International Seminar on Speech Production*. Strasbourg, 265-268

Béchet M., Ferbach-Hecker V., Hirsch F. & Sock R., 2009

La structure formantique des voyelles produites par des locuteurs atteints de fente palatine. *3^{ème} Journée de Phonétique Clinique*. Aix-en-provence.

Béchet M., Ferbach-Hecker V., Hirsch F. & Sock R., 2011

F2/F3 of voiced plosives in VCV sequences in children with cleft palate: an acoustic study. *International Seminar on Speech Production*, Montréal, 65-73.

Belasco S., 1953

The influence of articulation of consonants on vowel duration. *Journal of the Acoustical Society of America*, 25, 1015-1016.

- Bell-Berti F. & Harris K., 1981
A temporal model of speech production. *Phonetica*, 38, 9-20.
- Beller G., 2007
Influence de l'expressivité sur le degré d'articulation. *Rencontre jeunes chercheurs de la parole (RJCP)*, France, 24-27.
- Bellis C.J., 1933
Reaction time and chronological age. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 30, 801-803.
- Benguereel A.P., Cowan H.A., 1974
Coarticulation of upper lip protrusion in French. *Phonetica*, 30, 41-55.
- Benguereel A.P., Adelman S., 1976
Perception of coarticulated lip rounding. *Phonetica*, 33, 113-126.
- Bernthal J.E. & Beukelman D.R., 1977
The effect of changes in velopharyngeal orifice area on vowel intensity. *Cleft Palate Journal*, 14, 3-77.
- Best C., McRoberts G., Sithole N., 1984
Examination of perceptual reorganization for non native speech contrasts: Zulu click discrimination by English-speaking adults and infants. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14, 345-360.
- Best C. & Strange W., 1992
Effects of phonological and phonetic factors on cross-language perception of approximants. *Journal of Phonetics*, 20, 305-330.
- Best C.T., 1994
The emergence of native-language phonological influences in infants: a perceptual assimilation model. In Goodman, Nusbaum, *The development of speech perception: the transition from speech sounds to spoken words*, MIT Press, Bradford. 167-224
- Blake J. & Boysson-Bardies (de) B., 1992
Patterns in babbling: a cross-linguistic study. *Journal of Child Language*, 19, 51-74.
- Bladon R.A.W., Al-Bamerni, 1976
Coarticulation resistance in English. *Journal of Phonetics*, 4, 137-150.
- Bloom, Russell K., A & Wassenberg K., 1987
Turn-taking affects the quality of infant vocalizations. *Journal of Child Language*, 14, 211-227.
- Blumstein S.E. & Stevens K.N., 1979
Acoustic invariance in speech production: evidence from measurements of the spectral characteristics of stop consonants. *Journal of the Acoustical Society of America*, 66, 1001-1017.
- Blumstein S.E., 1986
On acoustic invariance in speech. In *Invariance and variability in speech processes*. J.S. Perkell, D.H. Klatt (Eds.), Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum, 178-193.
- Blumstein S.E., 1989
Theoretical implications of the quantal nature of speech: a commentary. *Journal of Phonetics*, 17, 55-61.

- Boë L.-J., Maeda S., 1998
Modélisation de la croissance du conduit vocal. *Journées d'Études Linguistiques*, La voyelle dans tous ses états, Nantes, 98-105.
- Bosma J.F., Truby H.M., Lind J., 1965
Cry motions of the newborn infant [monograph]. *Acta Paediatr Scand*, 163, 63-91.
- Borel-Maissony, 1969
L'insuffisance vélaire. *Rééducation orthophonique*, 43, 149-172.
- Bouton C.P., 1979
Aspects normaux et pathologiques. In *Le développement du langage*, Masson, Paris, 67-97.
- Boysson-Bardies B., Durand C., 1991
Tendances générales et influence de la langue maternelle : les consonnes terminales dans le babillage et les premiers mots, *L'année psychologique*, 91 (1), 139-157.
- Boysson-Bardies (de) B., 1996
Comment la parole vient aux enfants. Paris, Odile Jacob.
- Brancazio L. & Fowler C.A., 1998
On the relevance of locus equations for production and perception of stop consonants. *Perception & Psychophysics*, 60, 24-50.
- Broder H.L., Richman L.C., Matheson P.B., 1998
Learning disability, school achievement and grade retention among children with cleft: a two-center study. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 35, 127-131.
- Broen P.A., Dever M.C., Doyle S.S., Prouty J.M., Moller K.T., 1998
Acquisition of linguistic and cognitive skills by children with cleft palate. *Journal of Speech and Hearing Research*, 41, 676-687.
- Brooks A.R., Shelton R.L. & Yougstrom, K.A., 1965
Compensatory tongue-palate-posterior pharyngeal wall relationship in cleft palate. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 30, 166-173.
- Brooks A.R., Shelton R.L. & Yougstrom, K.A., 1966
Tongue palate contacts in persons with palatal defects. *Journal of Speech and Hearing Research*, 31, 14-25.
- Browman C.P & Goldstein L., 1989
Articulatory gestures as phonological units: *Haskins Laboratories Status Report on Speech Research*, 99/100, 69-101.
- Browman C. & Goldstein L., 1986
Toward an articulatory phonology. *Phonology*, 3, 219-252.
- Browman C.P. & Goldstein L., 1989
Gestural structures and phonological patterns. In I.G. Mattingly and M. Studdert-Kennedy (Eds), *Modularity and the motor theory of speech perception*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum associates, 313-338.

- Browman C. P. & Goldstein L., 1990
Tiers in articulatory phonology, with some implications for casual speech. In Journal Kingston & M.E. Beckman (Eds.), *Papers in laboratory phonology I*. Cambridge: Cambridge University Press. 341-376.
- Browman C.P. & Goldstein L., 1992
Articulatory phonology: an overview. *Haskings Laboratories Status Report on Speech Research*, 111/112, 23-42.
- Browman C.P. & Goldstein L., 1995
Dynamics and articulatory phonology. In T. van Gelder & R.F. Port (Eds.) *Mind as Motion*. Cambridge, MA: MIT Press. 175-193.
- Browman C.P. & Goldstein L., 2000
Competing constraints on intergestural coordination and self-organization of phonological structures. *Les cahiers de l'ICP*, Bulletin de la Communication Parlée, 5, 25-34.
- Brunner J., Fuchs S. & Perrier P., 2006
The influence of the palate shape on articulatory token-to-token variability. *Stem-, Spraak- en Taalpathologie*, 14: 18.
- Bruner J.S., 1973
Organization of early skilled action. *Child Development*, 44, 1-11.
- Byrd D., Flemming E., Mueller C. & Tan C.C., 1995
Using regions and indices in EPG data reduction. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38, 821-827.
- 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, 326-333.
- Bzoch K., 1968
Variations in velopharyngeal valving: the factor of vowel changes. *Cleft Palate Journal*, 5, 211-218.
- Bzoch K. R., 1956
An investigation of the speech of preschool cleft palate children. Chicago: Northwestern University, PhD Dissertation.
- Calnan J.S., 1954 (cité dans Croatto & Croatto Martinolli, 1959)
Submucous cleft palate. *British Journal of Plastic Surgery*, 6, 264-282.
- Canault M., 2007
L'émergence du contrôle articulatoire au stade du babillage. Une étude acoustique et cinématique. Thèse de doctorat, Université Marc Bloch, 291 p.
- Canault M., 2007
Un chemin accidenté vers l'acquisition du timing. In *Perturbations et Réajustements*, Vaxelaire, B., Sock, R., Kleiber, G. & Marsac, F. (eds), Strasbourg, Université de Strasbourg, 35-50.
- Caramazza A. & Yeni-Komshian G.H., 1974
Voice Onset Time in two French dialects. *Journal of Phonetics*, 2, 239-245.

- Carré R., Serniclaes W. & Marsico E., 2003
Formant transition duration versus prevoicing duration in voiced stop identification. *Paper presented at the 15th Int. Phonetic Sciences.*
- Casagrande J., 1984
The sound system of French. Georgetown University Press, Washington.
- Cathiard M.A., 1994
La perception visuelle de l'anticipation des gestes vocaliques : Cohérence des événements audibles et visibles dans le flux de la parole. Thèse de doctorat, Université Pierre Mendès-France, Grenoble II.
- Cathiard M.A., Lallouache M.-T. & Abry C., 1996
Does movement on the lips mean movement in the mind? In D. Stork & M. Hennecke (Eds.), *Speechreading by Humans and Machines*, NATO ASI Series F: Computer and Systems Sciences, 150, 211-219, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York London Paris Tokyo.
- Chapman K. L., 1993
Phonologic Processes in children with cleft palate. In *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 30 (1), 64-72.
- Chapman K.L., Hardin M.A., 1992
Phonetic and phonologic skills of two-year-olds with cleft palate. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 29 (5), 435-441.
- Chapman Kathy L., Graham Karen T., Gooch J., Visconti C., 1998
Conversational Skills of preeschool and school-age children with cleft lip and palate. In *Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 35 (6), 503-516.
- Chapman Kathy L., Hardin-Jones M., Halter K. A., 2003
The relationship between early speech and later speech and language performance for children with cleft lip and palate. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 17, 173-197.
- Chen M., 1970
Vowel length variation as a function of the voicing of the consonant environment. *Phonetica*, 22, 129-159.
- Chevrie-Muller C., Simon A.M., Decante P., 1981,
Épreuves pour l'examen du langage (EPEL). Paris : Éditions du Centre de Psychologie Appliquée.
- Chevrie-Muller C. & Narbona J., 2007
Le langage de l'enfant, aspects normaux et pathologiques. Masson eds, 3^{ème} édition, 23, 39.
- Cho T. & Ladefoged P., 1999
Variation and universals in VOT: evidence from 18 languages. *Journal of phonetics*, 27, 207-229.
- Chomsky N. & Halle M., 1968
The sound pattern of English. New-York: Harper & Row.
- Clark S., Atack N., Ewings P., Athorn I., Mercer N., 2006
Early surgical outcomes in 5-year old patients with repaired unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 44 (3), 235-239.
- Clements G.N. & R. Ridouane, 2006
Quantal phonetics and distinctive features: a review. *Proceedings of ISCA Tutorial and Research Workshop on Experimental Linguistics*, Athens, Greece, 28-30.

- Cohen S.R., Kalinovski J., La Rossa D., Randall P., 1991
Cleft palate fistulas : a multivariate statistical analysis of prevalence, etiology, and surgical management. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 87, 1041-1047.
- Cole R. & Scott B., 1974
The phantom in the phoneme: invariant cues for stop consonants. *Perception and Psychophysics*, 15, 101-107.
- Combes C. M. & J. A. M. Martin, 1987
The pronunciation of stops in consonant-vowel-consonant (CVC) words: a comparison between normal and speech disordered pre-school children. *Journal of Communication Disorders*, 20, 281-294.
- Cooper M.H. & Allen G.D., 1977
Timing control accuracy in normal speakers and stutterers. *Journal of Speech and Hearing Research*, 20, 55-71.
- Cooper R. & Aslin R.N., 1990
Preference for infant-directed speech in the first month after birth. *Child Development*, 61, 1584-1595.
- Coplan J. & Gleason JR., 1988
Unclear speech: recognition and significance of unintelligible speech in preschool children. *Pediatrics*, 82 (2), 447-452.
- Corneau C., Soquet A. & Demolin D., 2000
Une étude EPG de la palatalisation des occlusives vélares en français. *23^e Journées d' Etude sur la Parole*, 97, 445-448.
- Counihan D.T., 1956
A clinical study of the speech efficacy and structural adequacy of operated adolescent and adult cleft palate persons, Ph. D. Thesis, Northwestern University, Evenson, Illinois.
- Counihan D., 1960
Articulation skills of adolescents and adults with cleft palates. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 25, 181-187.
- Croatto L., 1984
L'évaluation phoniatrique de l'insuffisance vélo-pharyngienne. *Bulletin d'Audiophonologie*, 17 (2-3), 163-175.
- Croatto & Croatto Martinoli, 1959
Physiopathologie du voile du palais. *Folia Phoniatica*, 11, 124-167.
- Cross D., Luper H., 1979
Voice reaction times of stuttering and nonstuttering children and adults. *Journal of Fluency Disorders*, 4, 59-77.
- Cross D., Shadden B., Luper H., 1979
Effects of stimulus ear presentation on the voice reaction times of adult stutterers and nonstutterers. *Journal of Fluency Disorders*, 4, 45-58.
- Crystal T.H. & house A.S., 1988
A note on the variability of timing control. *Journal of Speech and Hearing Research*, 31, 497-502.

- Crystal T.H. & House A.S., 1988
Segmental duration in connected-speech signals: current results. *Journal of the Acoustical Society of America*, 83, (4) 1553-1573.
- Crystal T.H. & House A.S., 1988
Segmental duration in connected-speech signals: syllabic stress. *Journal of the Acoustical Society of America*, 83 (4), 1574-1585.
- Curtis J.F., 1968
Acoustics of speech production and nasalization, In *Cleft Palate Communication*, D.C. Spriesterbach and D. Sherman, Eds., 27-60, New York: Academic Press.
- Dalston R. M. & Trost J.E., 1979
Unpublished clinical study, Northwestern University Cleft Lip and Palate Institute, Chicago, Illinois.
- Dalston R.D., Warren D.W., Morr K.E. & Smith L.R., 1988
Intraoral pressure and its relationship to velopharyngeal inadequacy. *Cleft Palate Journal*, 25, 210-219.
- Dalston R.M & Keefe M.J., 1988
Digital, labial, and velopharyngeal reaction times in normal speakers. *Cleft Palate Journal*, 25, 203-209.
- 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.
- Dalston R.M., 1992
Timing of cleft palate repair: a speech pathologist's viewpoint. *Probl Plast Surg Cleft Palate Surg.*, 2, 30-38.
- Dalston R.M., Warren D.W., Morr K.E. & Smith L.R., 1990
Intraoral pressure and its relationship to velopharyngeal inadequacy. *Cleft Palate Journal*, 25, 210-219.
- Damsté P., 1961
Cineradiographic observations of velar and glottal movements. In *les actes de colloque of the fourth International Congress of Phonetic Sciences*, Helsinki, 147-149.
- Daniloff R. G. & Hammarberg R.F., 1973
On defining coarticulation. *Journal of Phonetics*, 1, 239-248.
- Daniloff R. & Moll K., 1968
Coarticulation of lip rounding. *Journal of Speech and Hearing Research*, 11, 707-21.
- Daniloff R.G., Wilcox K. & Stephens M.I., 1980
An Acoustic articulatory description of children's defective [s] productions. *Journal of Communication Disorders*, 13, 1347-363.
- D'Antonio L.L., Eichenberg B.J., Zimmerman G.J., Patel S., Riski J.E., Herber S.C., Hardesty R.A., 2000
Radiographic and aerodynamic measures of velopharyngeal anatomy and function following Furlow Z-plasty. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 106, 539-549.

- Darcy I., 2003
Assimilation phonologique et reconnaissance des mots, Thèses de doctorat, Université de Mainz, Johannes-Gutenberg, 259p.
- Davis B.L. & MacNeilage P.F., 1990
 Acquisition of correct vowel production: a quantitative case study. *Journal of Speech and Hearing Research*, 33, 16-27.
- Davis B.L. & MacNeilage P.F., 1994
 Organisation of babbling: a case study. *Language and Speech*, 37 (4), 341-355.
- Davis B.L. & MacNeilage P.F., 1995
 The articulatory basis of babbling. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38, 1199-1211.
- Davis B.L., MacNeilage P.F. & Matyear C.L., 2002
 Acquisition of serial complexity in speech production: a comparison of phonetic and phonological approaches in first word production. *Phonetica*, 59, 75-107.
- Davis B.L. & MacNeilage P.F., 2003
 Universal intrasyllabic patterns in early acquisition. *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetics Sciences*, Barcelona, 379-382.
- Davis J.S. & Richie H.P., 1922
 Classification of congenital clefts of the lip and palate. *Journal of the American Medical Association*, 170, 1323-1327.
- Delattre P., 1951
Principes de phonétique française à l'usage des étudiants anglo-américains, Middlebury College Store, Middlebury.
- Delattre P.C., Liberman A.M. & Cooper F.S., 1955
 Formant transitions and loci as acoustic correlates of place of articulation in American fricative consonants. *Studia Linguistica*, 16, 104-121.
- Delattre P.C., Liberman A.M. & Cooper F.S., 1955
 Acoustic loci and transitional cues for consonants. *Journal of the Acoustical Society of America*, 27 (4), 769-773.
- Delattre P. 1958,
 Les indices acoustiques de la parole. *Phonetica* 2 (1-2), 108-126.
- Delattre P.C., 1962
 Some factors of vowel duration and their cross-linguistic validity. *Journal of the Acoustical Society of America*, 34 (8), 1141-1143.
- Dembowski J., Lindstrom M. & Westburry J., 1998
 Articulator point variability in the production of Stop consonants. In M.P. Cannito, K.M. Yorkston, et D.R. Beukelman (Eds.), *Neuromotor speech disorders*, 27-46. Baltimore: Paul H. Brookes Publishing Co.
- Dent H., Gibbon F. and Hardcastle W., 1992
 Inhibiting an abnormal lingual pattern in a cleft palate child using electropalatography. In M.M. Leahy and J.L. Kallen (Eds.) *Interdisciplinary Perspectives in Speech and Language Pathology. School of Clinical Speech and Language Studies*, Dublin, 211-221.

- Dickson D.R., Grant J.C.B., Sicher H., Dubrul E.L. & Paltan J., 1974
Status of research in cleft palate anatomy and physiologie, Part I. *Cleft Palate Journal*, 11, 471-492.
- Dickson D.R., Grant J.C.B., Sicher H., Dubrul E.L. & Paltan J., 1975
Status of research in cleft palate anatomy and physiologie, Part II. *Cleft Palate Journal*, 12, 131-156.
- Disimoni F.G., 1974a
Influence of vowel environment on the duration of consonants in the speech of three-six-, and nine-year-old children. *Journal of the Acoustical Society of America*, 55 (2), 360-361.
- Disimoni F.G., 1974b
Influence of consonants environment on the duration of vowel in the speech of three-six-, and nine-year-old children. *Journal of the Acoustical Society of America*, 55 (2), 362-363.
- Disimoni F.G., 1974c
Influence of utterance length upon bilabial closure for [p] in three-six-, and nine-year-old children. *Journal of the Acoustical Society of America*, 55 (6), 1353-1354.
- Docherty G.J., 1992
The timing of voicing in British English obstruents. Foris. New York.
- Dordain M., Peri G., 1985
Le langage des enfants nés avec une fente labio-palato-vélaire. *Revue de Laryngologie Otologie Rhinologie*, 106, 307-310.
- Dorf D.S. & Curtin J.W., 1982
Early cleft palate repair and speech outcome. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 70 (1), 74-79.
- Dorman M. F., Studdert-Kennedy M. & Raphael L.J., 1977
Stop-consonant recognition: Release bursts and formant transitions as functionally equivalent, context-dependent cues. *Perception and Psychophysics*, 22, 109-122.
- Dotevall H., Ejnell H. & Bake B., 2001
Nasal airflow patterns during the velopharyngeal closing phase in speech in children with and without cleft palate. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 38, 358-373.
- Duez D., 1988
Contribution à l'étude de la structuration temporelle de la parole en français, Thèse de Doctorat d'État, Université d'Aix en Provence.
- Duez D., 1989
Second formant locus-nucleus patterns in spontaneous speech: some preliminary results on French. *Phonetic Experimental Research at the Institute of Linguistics*, University of Stockholm (PERILUS), 10, 109-114.
- Duez D., 1992
Second formant locus-nucleus pattern: an investigation on spontaneous French speech. *Speech Communication*, 11, 417-427.
- Duez D., 1995
On spontaneous French speech: aspects of the reduction and contextual assimilation of intervocalic voiced plosives in spontaneous French speech, *Journal of Phonetics*, 23, 407-427.

- Duez D., 2006
Consonant and vowel duration in parkinsonian French speech, *Speech Prosody 3rd International Conference*, Dresden, 2006, May 2-5, R. Hoffmann, H. Mixdorff (Eds), CD.
- Duez D., 2007
Effets de la maladie de parkinson sur la réalisation acoustique des occlusives du français lu, *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage d'Aix-en-Provence (TIPA)*, 26, 15-31
- Dufresne C.R., 1990
Oronasal and nasolabial fistulas. In Bardach J., Morris H.L. (Eds). *Multidisciplinary management of cleft lip and palate*. Philadelphia: WB Saunders, 425-436.
- Dyson A. T., 1988
Phonetic inventories of 2 and 3 years old children. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 53, 89-93.
- Eckert H.M. & Eichorn D.H., 1977
Developmental variability in reaction time. *Child Development*, 48, 452-458.
- Edwards M., 1980
Speech and language disability. In Edwards M. Watson ACH (Eds). *Advances in the management of cleft palate*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 83-96.
- Eguchi S. & Hirsh I.J., 1969
Development of speech sounds in children. *Acta Otolaryngologica*, Supplement 257.
- Eimas P.D., 1974
Auditory and linguistic processing of cues for place of articulation by infants. *Perception and Psychophysics*, 16, 513-521.
- Eimas P.D., Siqueland E.R., Jusczyk P. & Vigorito J., 1971
Speech perception in infants. *Sciences*, 171, 303-306.
- Eimas P.D., 1977
The perception of speech in early infancy. In Wang, *The emergence of language: development and evolution*. Readings from Scientific American Magazine, (Freeman, New York, 1977, reprinted 1991).
- Eliason M.J., Richman L.C., 1990
Language development in pre-school children with a cleft. *Developmental Neuropsychology*, 6, 173-182.
- Emanuel F.W., Counihan D.T., 1970
Some characteristics of oral and nasal airflow during plosive consonant production. *Cleft Palate Journal*, 7, 249-260.
- Engstrand O., 1987
Durational patterns of Lule Sami phonology. *Phonetica*, 44, 117-128.
- Engstrand O., 1988
Articulatory correlates of stress and speaking rate in Swedish VCV utterances. *Journal of the Acoustical Society of America*, 83 (5), 1863-1875.
- Engstrand O. & Krull D., 1988
On the systematicity of phonetic variation in spontaneous speech. *Phonetic Experimental Research at the Institute of Linguistics*, University of Stockholm (PERILUS), 7, 34-47.

Enstrand O. & Krull D., 1989

Determinants of spectral variation in spontaneous speech. *Proceeding from Speech Research'89*, June 1-3 1989, Budapest, 88-91.

Engstrand O. & Lindblom B., 1997

The locus line: does aspiration affect its steepness? *Reports from the Department of Linguistics: Umea University (PHONUM)*, 4, 101-104.

Fant G., 1960

Acoustic theory of speech production. S-Gravenhage: Mouton & Co.

Fant G., 1970

Nasal sounds and nasalization. In Fant G. (Ed). *Acoustic theory of speech production*. The Hague: Mouton, 140-161.

Fant G., 1973

Speech sounds and features. MIT Press, Cambridge.

Farnetani E., 1990

V-C-V lingual coarticulation and its spatiotemporal domain. In Hardcastle, W.J. & Marchal A. (Eds) *Speech production and speech Modelling*. Dordrecht: Kluwer, 93-130.

Feldman A.G., 1986

Once more on the equilibrium-point hypothesis (λ model) for motor control. *Journal of Motor Behavior*, 18 (1), 17-54.

Ferguson C.A. & Farwell C.B., 1975

Words and sounds in early language acquisition. *Langage*, 51, 419-439.

Fernald A. & Simon T., 1984

Expended intonation contours in mother's speech to new-borns. *Developmental Psychology*, 20, 104-113.

Fernald A., Taeschner T., Dunn J., Papousek M., Boysson-Bardies DE, B. & Fukui I., 1989

A cross-language study of prosodic modifications in mothers' and fathers' speech to preverbal infants. *Journal of Child Language*, 16, 477-501.

Fischer-Jørgensen E., 1954

Acoustic analysis of stop consonants. *Miscellanea Phonetica*, 2, 42-49.

Fisher-Jørgensen E., 1972

[p t k] et [b d g] français en position intervocalique accentuée. In Valdman, *Papers in linguistics and phonetics to the memory of Pierre Delattre*, (Mouton, The Hague), 140-200.

Flanagan J.R, Ostry D.J., Feldman A.G., 1990

Control of human jaw and multi-joint arm movements. In *Cerebral control of speech and limb movements*. G.E. Hammond (Ed.). Amsterdam, Netherlands: Elsevier Science Publishers B.V. North-Holland, 29-58.

Folkins J.W. & Bleile K.M., 1990

Taxonomies in biology, phonetics, phonology, and speech motor control. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 55, 596-611.

- Forner LL., 1983
Speech segment durations produced by five and six year old speakers with and without cleft palates. *Cleft Palate Journal*, 20 (3), 185-98.
- Fougeron C., 2001
Articulatory properties of initial segments in several prosodic constituents in French. *Journal of Phonetics*, 29 (2), 109-135.
- Fowler C.A., 1977
Timing control in speech production. Bloomington, Indiana : Indiana University Linguistics Club.
- Fowler C.A., 1980
Coarticulation and theories of extrinsic timing control. *Journal of Phonetics*, 8, 113-133.
- Fowler C. A., 1992
Vowel duration and closure duration in voiced and unvoiced stops: there are no contrast effects here. *Journal of Phonetics*, 20, 143-165.
- Fowler C.A. & Saltzman E., 1993
Coordination and coarticulation in speech production. *Language and speech*, 36, 171-195.
- Fowler C.A., 1994
Invariants, specifiers, cues: an investigation of locus equations as information for place of articulation. *Perception and Psychophysics*, 55, 597-610.
- Fowler C.A., 2005
Parsing coarticulated speech in perception: effect of coarticulation resistance. *Journal of Phonetics*, 33, 199-213.
- Fowler C. A., 2007
Speech production. In Gaskell, M.G. (Ed.) *The Oxford Handbook of Psycholinguistics*. Oxford: Oxford University Press, 489-501.
- Fowler C.A. & Brancazio L., 2000
Coarticulation resistance of American English consonants and its effects on transconsonantal vowel-to-vowel coarticulation. *Language and Speech*, 43, 1-41.
- Fraser G.R. & Calnan J.S., 1961
Cleft lip and palate: seasonal incidence, birth weight, birth rank, sex, site, associated malformations and maternal age. *Archives of Disease in Childhood*, 36, 420-423.
- Froeschels, 1949 (cité dans Croatto & Croatto Matinolli, 1959).
Uvula and tonsils. *Archives of Otolaryngology*, 50, 216-219
- Fry D. B., 1966
The development of the phonological system in the normal and the deaf child. In F. Smith & G. Miller (Eds.). *The genesis of language: A psycholinguistic approach*, Cambridge, MA: MIT Press, 187-206.
- Fujimura O., 1991
Beyond the segment. In *Modularity and the Motor Theory of Speech Perception*. I.G. Mattingly M. Studdert-Kennedy (Eds.). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum, 25-31.

Gay T., 1978

Effect of speaking rate on vowel formant movements. *Journal of Acoustical Society of America*, 63 (1), 223-230.

Gendrot C., Adda-Decker M., 2006

Analyses formantiques automatiques en français : périphéralité des voyelles orales en fonction de la position prosodique. *26^e Journées d'Étude sur la Parole*, Dinard, France, 407-410.

Gerosa M., Giuliani D. & Brugnara F., 2007

Acoustic variability and automatic recognition of children's speech. *Speech Communication*, 49 (11), 847-860

Gibbon F., 2001

Palatable therapy: What is CLEFTNET? *Royal College of Speech and Language Therapists*, Bulletin, December, 5.

Gibbon F.E., Crampin L., 2002

Labial-lingual double articulations in speakers with cleft palate. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 39 (1), 40-49.

Gibbon F. E., 1999

Undifferentiated lingual gestures in children with articulation/phonological disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42, 382-397.

Gibbon F., Hardcastle W. J., & Nicolaidis K., 1993

Temporal and spatial aspects of lingual coarticulation in /kl/ sequences: a cross-linguistic investigation. *Language and Speech*, 36, 261-278.

Gibbon F.E, Lee A., Yuen I., 2006

Tongue palate contact during bilabials in normal speech. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 44 (1), 87-91.

Gibbon F.E, Smeaton-Ewins P., Crampin L., 2005

Tongue-palate contact during selected vowels in children with cleft palate. *Folia phoniatrica et Logopaedica*, 57 (4), 181-192.

Gibbon F.E. & Hardcastle W., 1989

Deviant articulation in a cleft palate child following late repair of the hard palate: A description and remediation procedure using electropalatography (EPG). *Clinical Linguistics and Phonetics*, 3, 93-110.

Gibbon F., Ellis L., Crampin L, 2004

Articulatory placement for /t/, /d/, /k/ and /g/ targets in school age children with speech disorders associated with cleft palate. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 18 (6-8), 391-404.

Gibbon F.E., 2004

Abnormal patterns of tongue-palate contact on the speech of individuals with cleft palate. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 18 (4-5), 285-311.

Gibbon F.E. & Crampin L., 2001

An electropalatographic investigation of middorsum palatal stops in an adult with repaired cleft. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 38 (2), 96-105.

- Gibbon F.E., Crampin L., 2001
Labial-lingual double articulations in speakers with cleft palate. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 39 (1), 40-49.
- Gilbert J. H. V., 1977
A voice onset time analysis of apical stop production in 3-year-olds. *Journal of Child Language*, 13, 561-572.
- Gilbert J.A., 1894
Researches on the mental and physical development of school children. *Studies from the Yale Psychological Laboratory*, 2, 40-100.
- Giulivi S., Zmarich C., Vayra M. & Farnetani E., 2005
Lo sviluppo fonetico in relazione ai stadi di produzione della parole: studio pilota di una bambina italiana. *Proceedings of Associazione Italiana Scienze della Voce*, Salerno, 472-490.
- Golding-Kushner K.J., 1995
Treatment of articulation and resonance disorders associated with cleft palate and VPI. In: Shprintzen R.J., Bardach J., eds. *Cleft Palate Management: A Multidisciplinary Approach*. Saint Louis, MO: Mosby, 327-351.
- Golding-Kushner K.J., 2001
Therapy techniques for cleft palate speech and related disorders. San Diego, C.A. Singular Publishing Group.
- Goldsmith L., 1984
Le langage des enfants atteints de fente labiale et/ou palatine, *Bulletin d'Audiophonologie*, 17 (2-3), 231-241.
- Goodell E. W. & Studdert-Kennedy M., 1993
Acoustic evidence for the development of gestural coordination in the speech of 2-year olds: a longitudinal study. *Journal of Speech and Hearing Research*, 36, 707-727.
- Gregoire A., 1937
L'apprentissage du langage : les deux premières années. Gembloux, J. Duculot.
- Grunwell P., 1982
Clinical phonology. London: Croom-Helm.
- Grunwell P., 1993
Analysing cleft palate speech. London: Whurr. 184 p.
- Grunwell P., Sell D.A., 1993 a
Speech and cleft palate/velopharyngeal anomalies. In *Watson ACH, Sell DA, Grunwell P, eds. Management of cleft lip and palate*. London: Whurr, 191-209.
- Grunwell P., Sell D.A., Harding A., 1993 b
Describing cleft palate speech. In *Grunwell P., ed. Analysing cleft palate speech*. London: Whurr, 83-111.
- Guenther F.H., 1995
Speech sound acquisition, coarticulation, and rate effects in a neural network model of speech production. *Psychological Review*, 102, 594-621.

Guenther, F.H. & Perkell J.S., 2004

A neural model of speech production and its application to studies of the role of auditory feedback in speech. In B. Maassen, R. Kent, H. Peters, P. Van Lieshout, and W. Hulstijn (eds.), *Speech Motor Control in Normal and Disordered Speech*. Oxford: Oxford University Press. 29-49.

Gutzman & Zumsteg, H., 1930 (cité dans Croatto & Croatto Martinoli, 1959).

In denker A. e Albrecht U.: *Trattato delle malattie dell'orecchio delle vie aeree e della bocca* (Vallard, Milano 1930)

Ha S., Sim H., Zhi M., Kuehn D.P., 2003

An acoustic study of the temporal characteristics of nasalization in children with and without cleft palate. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 41 (5), 535-543.

Haapanen M.L., 1994

Cleft type and speech proficiency. *Folia Phoniatica Logopaedica*, 46, 57-63.

Halle M. & Stevens K.N., 1967

On the mechanism of glottal vibration of vowels and consonants. *Research Laboratory of Electronics, Quaterly Progress Report*, 85, 267-271. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.

Hallé P.A., 1998

Les productions vocales des jeunes enfants français : convergence vers le modèle adulte. *Langue française*, 118, 6-25.

Hamlet S.L., 1985

Speech adaptation: an aerodynamic study of adults with a childhood history of articulation defects. *Journal Prosthetic Dentistry*, 53, 553-557.

Hanson et al., 1984

(cité dans Locco, 2005.)

Hardcastle W.J., 1976

Physiology of speech production. London: Academic Press.

Hardcastle W.J., 1985

Some phonetic and syntactic constraints on lingual coarticulation during /kl/ sequences. *Speech Communication*, 4, 247-263.

Hardcastle W. J. & Hewlett N., 1999

Coarticulation: theory, data, and techniques. Cambridge: Cambridge University Press. (Eds.).

Hardcastle W. J., 2006

Coarticulation. In Brown, K. (ed.) *Encyclopedia of Language and Linguistics*. 501-505.

Hardcastle W.J., Morgan Barry R.A. & Nunn M., 1989

Instrumental articulatory phonetics in assessment and remediation: case studies with the electropalatograph. In Stenglehoffen J. eds. *Cleft palate: the nature and remediation of communicative problems*. Edinburgh. Churchill Livingstone. 136-164.

Hardcastle W.J., Gibbon F.E. & Jones W., 1991

Visual display of tongue-palate contact: electropalatography in the assessment and remediation of speech disorders. *British Journal of Disorders of Communication*, 26, 41-74.

- Hardcastle W.J. & Gibbon F. & Nicolaidis K., 1991b
EPG data reductions methods and their implications for studies of lingual coarticulation. *Journal of phonetics*, 19, 251-266.
- Hardcastle W.J. & Gibbon F., 1997
Electropalatography and its clinical applications. In *Code, C. & Ball, M.J. (Eds.) Instrumental Clinical Phonetics*. London: Whurr, 149-195.
- Harding A., Grunwell P., 1993
Relationship between speech and timing of hard palate repair. In *Grunwell P, ed. Analysing Cleft palate speech*. London: Whurr, 48-82.
- Harding A., Grunwell P., 1996
Characteristics of cleft palate speech. *European Journal of Disorders of Communication*, 31, 331-357.
- Hardin-Jones M.A., Brown C.K., Van Demark Van DemarkDR., Morris H.L., 1993
Long-term speech results of cleft palate patients with primary palatoplasty. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 30, 55-63.
- Hardin-Jones M., Chapman Kathy L., Wright J., Halter K.A., Schulte J., Dean J.A., Havlik R.J., Goldstein J., 2002
The impact of early palatal obturation on consonant development in babies with unrepaired cleft palate. In *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 39 (2), 157-163.
- Hardin-Jones M., Chapman Kathy L., Schulte J., 2003
The impact of cleft type on early vocal development in babies with cleft palate. In *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 40 (5), 453-459.
- Hardin-Jones M. & Jones D., 2005
Speech production of preschooler with cleft palate. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 42 (1), 7-13.
- Harkins C.S., Berlin A., Harding R.L., Longacre J.J., Snodgrass R.M., 1962
A classification of cleft lip and cleft palate. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 29, 31-39.
- Harmegnies B., Poch-Olivé D., 1992
A study of style-induced vowel variability: laboratory versus spontaneous speech in Spanish, *Speech Communication*, 11 (4-5), 429-437.
- Harmegnies B., Poch-Olivé D., 1994
Formants frequencies variability in French vowels under the effect of various speaking styles. *Proceedings of the 3rd French Conference on Acoustics. Part 1 (of 2)*. Toulouse, France.
- Harris K.S., Hoffman H.S., Liberman A.M., Delattre P.C., 1958
Effect of third-formant transitions on the perception of voiced consonants. *Journal of the Acoustical Society of America*, 30 (2), 122-126.
- Hawkins S., 1973
Temporal coordination of consonants in the speech of children: Preliminary data. *Journal Phonetics*, 1, 181-217.
- Henke W.L., 1966
Dynamic articulatory model of speech production using computer simulation. Ph.D. Dissertation, M.I.T.

Henke W. L., 1967

Preliminaries to speech synthesis based upon an articulatory model, *Proceedings of the IEEE Conference on Speech Communication Process*, 170-182.

Henningsson G., 1988

Impairment of velopharyngeal function in patients with hypernasal speech: A *clinical and cineradiographic Study* Kongl Carolinska Medico Chirurgiska Institutet. Stockholm.

Henningsson G. & Isberg A., 1986

Velopharyngeal movement pattern in patient alternating between oral and glottal articulation: a clinical and radiocineradiographical study. *Cleft Palate Journal*, 23, 1-9.

Henningsson G. & Isberg A., 1987

Influence of palatal fistulae on speech and resonance. *Folia Phoniatrica*, 39, 183-191.

Hirsch F., 2007

Le bégaiement : perturbation de l'organisation temporelle de la parole et conséquences spectrales. Thèse de doctorat, Université Marc Bloch, Strasbourg, 282 p.

Hirsch F., Ferbach-Hecker V., Fauvet F. & Vaxelaire B., 2006

Étude de la structure formantique des voyelles produites par des locuteurs bègues en vitesse d'élocution normale et rapide. *Journée d'Étude sur la Parole*, Dinard, France, 89-92.

Ho AK., Bradshaw JL., Ianssek R., Alfredson R., 1999

Speech volume regulation in Parkinson's disease: effects of implicit cues and explicit instructions. *Neuropsychologia*, 37 (13), 1453-1460.

Hodge M., 1990

Measuring coarticulation in children's speech: quirks and questions. *Paper presented at the Child Phonology Conference*, May 31, WI.

Hodson B.W. & Paden E.P., 1981

Phonological processes with characterise unintelligible and intelligible speech in early childhood. *Journal of Speech and Hearing disorders*, 46, 369-373.

Honjow I. & Isshiki N., 1971

Pharyngeal stop in cleft palate speech. *Folia Phoniatrica*, 23, 347.

Houde R., 1967

A Study of tongue body movement during selected speech sounds. Ph.D. dissertation, University of Michigan (unpublished).

House A.S. & Fairbanks G., 1953

The influence of consonantal environment upon the secondary acoustical characteristics of vowels. *Journal of the Acoustical Society of America*, 25 (1), 105-113.

House A.S., 1961

On vowel duration in English. *Journal of the Acoustical Society of America*, 33 (9), 1174-1178.

Hsu H.C., Fogel A. & Cooper R.B., 2000

Infant vocal development during the first 6 months: speech quality and melodic complexity. *Infant Child Development*, 9, 1-16.

Hutters B., Brøndsted K., 1991

Compensatory articulation and nasal emission of air in cleft palate speech with special reference to the reinforcement theory. *Proceedings of the XIIth International Congress of Phonetic Science*, Aix-en-Provence, France, Université de Provence, 338-341.

Hutters B., Brøndsted K., 1993

Preference between compensatory articulation and nasal emission of air in cleft palate speech -with special reference to the reinforcement theory. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 18 (4), 153 – 158.

International Confederation for Plastic and Reconstructive Surgery, 1968

Cleft lip and palate nomenclature, *Newsletter of the International Confederation for Plastic and Reconstructive Surgery*. March 1968.

Jackson P.J.B., 2001

Acoustic cues of voiced and voiceless plosives for determining place of articulation. *Proceeding of the Workshop on Consistent and Reliable Acoustic Cues*, 19-22.

Jackson M.S., Jackson I.T. & Christie F.B., 1976

Improvement in speech following closure of anterior palatal fistulas with bone grafts, *British Journal of Plastic Surgery*, 29, 295-296.

Jacob F., 1977

Evolution and tinkering. *Science* 196, 1161-1166.

Jakobson R. & Waugh L., 1980

La charpente phonique du langage. Ed. de minuit, traduction française de «The Sound Shape of language», 1979.

Jakobson R., 1963

Essais de linguistique générale. Ed. de minuit, Paris.

Jakobson R., 1969

Langage enfantin et aphasie. Ed. de minuit, Paris.

Jansonius-Schultheis K.,

The developpment of articulatory skills in cleft palate babies. *Proceedings of the XIIth International Congress of Phonetic Sciences*, Aix-en-Provence, 4, 346-348.

Javkin H.R., 1976

The perceptual basis of vowel duration differences associated with the voiced/voiceless distinction. *Report of the Phonology Laboratory*, 1, Berkeley, CA: University of California at Berkeley. 78-92.

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 and Hearing Research*, 33, 458-466.

Jusczyk, P.W., 1997

The discovery of spoken language, MIT Press, Bradford.

Karling J., Larson O., Hennigsson G., 1993

Oronasal fistulas in cleft palate patients and their influence on speech. *Scandinavian journal of plastic and reconstructive surgery and hand surgery*, 27, 193-201.

- Karnell M.P., Folkins J.W. & Morris H.L., 1985
Relationships between the perception of nasalization and speech movements in speakers with cleft palate. *Journal of Speech and Hearing Research*, 28, 63-72.
- Katz W.F., Krike C. & Tallal P., 1991
Anticipatory coarticulation in the speech of adults and young children: acoustic, perceptual and video data. *Journal of Speech and Hearing Research*, 34, 1222-1232.
- Keating P. A., 1984
Phonetic and phonological representation of stop consonant voicing. *Language* 60 (2), 286-319.
- Keating P.A., 1990
Phonetic representations in a generative grammar. *Journal of Phonetics*, 18, 321-334.
- Kelso J.A.S., Saltzman E.L., Tuller B., 1986
The dynamical Perspective on speech production: Data and theory. *Journal of Phonetics* 14, 29-59.
- Kent R., 1976
Anatomical and neuromuscular maturation of the speech mechanism: Evidence from acoustic studies. *Journal of Speech and Hearing Research*, 19, 421-447.
- Kent R.D., 1981
Articulatory-acoustic perspectives on speech development. In Stark R.E. (ed.) *Language Behavior in Infancy and Early childhood*. Amsterdam: Elsevier-North Holland. 105-126.
- Kent R., 1983
The segmental organisation of speech. In *the production of speech*, (P. MacNeilage, editor), New York: Springer-Verlag. 57-90.
- Kent R. & Minifie F., 1977
Coarticulation in recent speech production models. *Journal of phonetics*, 5, 115-133.
- Kent R. & Moll K., 1969
Cinefluorographic analyses of selected lingual consonants. *Journal of Speech and Hearing Research*, 15, 453-473.
- Kent R.D. & K. Moll, 1975
Cineflourographic analyses of selected lingual consonants. *Journal of Speech and Hearing Research*, 15: 453-473.
- Kent R.D., Carney P.J.& Severeid L.R., 1974
Velar movement and timing: Evaluation of a model for binary control. *Journal of Speech and Hearing Research*, 17, 470-488.
- Kent R.D., Netsell R. & Abbs J.H., 1979
Acoustic characteristics of dysarthria associated with cerebellar disease. *Journal of Speech and Hearing Research*, 22, 627-648.
- Kent R.D. & Forner L.L., 1980
Speech segment durations in sentence recitations by children and adults. *Journal of Phonetics*, 8, 157-168.

- Kent R. D. & Murray A. D., 1982
Acoustic features of infant vocalic utterances at J, 6 and 9 months. *Journal of the Acoustic Society of America*, 72 (2), 353-65.
- Kern S. & Langue J., 2000
Des premiers gestes aux premiers mots : le développement communicatif chez l'enfant de 8 à 30 mois. *Actes des 3^{ème} Journées Scientifiques de l'École d'Orthophonie*, Lyon.
- Kern S., 2001
Le langage en émergence. Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant, 61 (13-1), 8-12.
- Kernahan D.A. & Stark R.B., 1958
A new classification for cleft lip and cleft palate. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 22, 435-441.
- Kernahan D.A., 1971
The striped Y: a symbolic classification of cleft lips and palates. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 47, 467-470.
- Kewley-Port D., 1982
Measurement of formants transitions in naturally produced stop consonant-vowel syllables. *Journal of the Acoustical Society of America*, 72 (2), 379-389.
- Kewley-Port D., 1983
Time-varying features as correlates of place of articulation in stop consonants. *Journal of the Acoustical Society of America*, 73 (1), 322-335.
- Kieffer G., 1965
Contribution à l'étude de l'articulation pathologique des consonnes françaises d'après des radiofilm, Doctorat de 3^{ème} cycle, Université March Bloch, Strasbourg.
- Kirkpatrick J.A., Olmsted R.W., 1959
Cinefluorographie study of pharyngeal function related to speech. *Radiology*, 73, 557-9.
- Klatt D.H., 1974
The duration of [s] in English words. *Journal of Speech Hearing Research*, 17, 51-63.
- Klatt D.H., 1975
Voice onset time, frication and aspiration in word-initial consonant clusters. *Journal of Speech and Hearing Research*, 18, 686-706.
- Klatt D.H., 1975
Vowel lengthening is syntactically determined in a connected discourse. *Journal of Phonetics*, 3, 129-140.
- Klatt D.H., 1976
Linguistic uses of segmental duration in English: acoustic and perceptual evidence. *Journal of the Acoustical Society of America*, 59 (5), 1208-1221.
- Klatt D.H., 1979
Synthesis by rule of consonant-vowel syllables, Speech Communication Group Working Paper 3. MIT, Cambridge, Ma, 93-104.

Klatt D.H., 1987

Review to text-to-speech conversion for English. *Journal of the Acoustical Society of America*, 82 (3), 737-793.

Kluender K.R., Diehl R.L. & B.A. Wright, 1988

Vowel-length differences before voiced and voiceless consonants: an auditory explanation. *Journal of Phonetics*, 16, 153-169.

Koenig L., 2001

Distributional characteristic of VOT in children's voiceless aspirated stops and interpretation of developmental trends. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44, 1058-1068.

Koenig L., Lucero J. C. & Löfquist A., 2003

Studying articulatory variability using functional data analysis. *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences*, Barcelona.

Kohler K.L., 1979

Parameters in the production and perception of plosives in German and French. *Arbeitsberichte, Institut für Phonetik der Universität Kiel*, 12, 261-292.

Konopczynski G. & Vinter S., 1989

Analyse de la prosodie enfantine. *Bulletin d'Audiophonologie : Annales Scientifiques, Médecine et Pharmacie*. Université de Franche-Comté, 129 (3-4), 261-290.

Kornhuber H.H., 1977

A reconsideration of the cortical and the subcortical mechanism involved in speech and aphasia. *Language and Hemispheric Specialization in Man: Cerebral ERPs, Progress in Clinical Neurophysiology*, 3, Desmedt, J.H. Ed. Basel: Karger, 28-35.

Koul Rakesh M.D.S., 2007

Describing cleft lip and palate using a new expression system. *The Cleft Palate Craniofacial Journal*: 44 (6), 585-589.

Kozhevnikov V.A. & Christovich L.A., 1965

Rech: Artikulyatsiya i Vospriyatiye (Moscow-Leningrad, 1965). *Trans.: Speech: Articulation and Perception*. Washington, D.C.: Joint Publication Research Service, 30, 543.

Krause C.J., Tharp R.F., Morris H.L., 1976

A comparative study of results of the von Langenberg and the V-Y pushback palatoplasties. *Cleft Palate Journal*, 13, 11-19.

Krull D., 1987

Second formant locus pattern as a measure of consonant-vowel coarticulation. *Phonetic Experimental Research at the Institute of Linguistics: University of Stockholm (PERILUS)*, 5, 43-61.

Krull D., 1988

Acoustic properties as predictors of perceptual properties. *Phonetic Experimental Research at the Institute of Linguistics: University of Stockholm (PERILUS)*, 7, 66-70.

Krull D., 1989a

Consonant-vowel coarticulation in spontaneous speech and in reference word. *Speech Transmission Laboratory Quarterly Progress and Status Report*, 101-105.

- Krull D., 1989b
Second formant locus pattern and consonant-vowel coarticulation in spontaneous speech. *Phonetic Experimental Research at the Institute of Linguistics, University of Stockholm (PERILUS)*, 10, 87-108.
- Krull D., 1991
VOI in spontaneous speech and in citation form words. *Phonetic Experimental Research at the Institute of Linguistics, University of Stockholm (PERILUS)*, 12, 101-107.
- Kubaska C. A. & Keating P. A., 1981
Word duration in early child speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, 24, 615-621.
- Kuehn D.P., 1976
A cineradiographic investigation of velar movement variables in two normals. *Cleft Palate Journal*, 13, 88-103.
- Kuehn D.P., Folkins J.W. & Cutting C.B., 1982
Relationship between muscle activity and velar position. *Cleft Palate Journal*, 19, 25-35.
- Kuehn D.P., 1991
New therapy for treating hypernasal speech using continuous positive airway pressure (CPAP). *Plastic and Reconstructive Surgery*, 88, 959-966.
- Kuehn D.P. & Moll K.L., 1976
A Cineradiographic Study of VC and CV Articulatory Velocities. *Journal of Phonetics*, 4, 303-320.
- Kuehn D.P., Moller K.T., 2000
Speech and language issues in the cleft palate population: the state of the art. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 37, 1-35.
- Kuhl P K., 1987
Perceptions of speech and sound in early infancy. In *Handbook of Infant Perception*, 2. New York: Academic Press.
- Kuhl K.P., Williams K.A., Lacerda F., Stevens K.N. & Lindblom B., 1992
Linguistic experience alters phonetic perception in infants by 6 months of age. *Science*, 255, 606-608.
- Ladefoged P., 1960
The regulation of subglottal pressure. *Folia Phoniatrica*, 12, 169-175.
- Labov W., 1972
Sociolinguistic patterns. Philadelphia, PA: University of Pennsylvania Press. 344 p.
- Laeufer C., 1992
Pattern of voicing-dependent vowel duration in French and English. *Journal of Phonetics*, 20, 411-440.
- Laeufer C., 1996a
The acquisition of a complex phonological contrast: voice timing patterns of English initial stops by native French speakers. *Phonetica*, 53, 86-110.
- Laeufer C., 1996b
The acquisition of a complex phonological contrast: voice timing patterns of English final stops by native French speakers. *Phonetica*, 53, 117-142.

Ladefoged P., 1983

The linguistic use of different phonation types. *Vocal fold physiology: Contemporary research and clinical issues*, ed. by Diane Bless and James Abbs. San Diego: College Hill Press. 351-360.

Lagarde J., Hantkie O., Hajjioui A. & Yelnik A., 2009

Neuropsychological disorders induced by cerebellar damage, *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 52, 360-370.

Lahiri A., Gewirth L. & Blumstein S.E., 1984

A reconsideration of acoustic invariance for place of articulation in diffuse stop consonants: Evidence from a cross-language study. *Journal of the Acoustical Society of America*, 76 (2), 391-404.

Laine T., Warren D.W., Dalston R.M. & Morr K.E., 1988

Intraoral pressure, nasal pressure and airflow rate in cleft palate speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, 31, 432-437.

Laprie Y. & Busset J., 2011

Construction and evaluation of an Articulatory Model of the Vocal Tract. In Proceedings of 19th European Signal Processing Conference in Barcelona (Eusipco), 466-470.

Lariviere C., Winitz H. & Herriman E., 1975

Vocalic transitions in the perception of voiceless initial stops. *Journal of the Acoustical Society of America*, 57 (2), 470-475.

Lawrence C.V. & Philips B.J., 1975

A telefluoroscopic study of lingual contacts made by persons with palatal defects. *Cleft Palate Journal*, 12, 85-94.

Lee S., Potamianos A. & Narayanan S., 1999

Acoustics of children's speech: developmental changes of temporal and spectral parameters. *Journal of Acoustic Society of America*, 105 (3), 1455-1468.

Leeper H.A., Tissington M.L. & Munhall K.G., 1998

Temporal characteristics of velopharyngeal function in children. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 35, 215-221.

Lehiste I., 1970

Suprasegmentals. Cambridge, Massachusetts: M.I.T. Press.

Lehiste I., 1972

The timing of utterances and linguistic boundaries. *Journal of the Acoustical Society of America*, 51 (6), 2018-2024.

Lehiste I. & Peterson G.E., 1961

Transitions, glides, and diphthongs. *Journal of the Acoustical Society of America*, 33 (3), 268-277. Also in *I. Lehiste (Ed.), Readings in acoustic phonetics*, Cambridge, Mass.: MIT Press, 1865-1875.

Levitt A.G. & Aydelott Utman J.G., 1991

From babbling toward the sound systems of English and French: a longitudinal two case. Study. *Haskins Laboratory Status Report on Speech Research*, 107-108, 41-62.

Liao Y., Cole T.J., Mars M., 2005

Hard palate repair timing and facial growth in unilateral cleft lip and palate: a longitudinal study. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 43 (5), 547-556.

- Lieberman, P., 1984
The biology and evolution of language. Cambridge : Harvard University Press.
- Lieberman A.M., 1991
Afterthoughts on modularity and the motor theory. In *Mattingly*, Studdert-Kennedy, Modularity and the motor theory of speech perception, 5 Erlbaum, New-York, 443-446.
- Lieberman A. M., Delattre P. C., Cooper F. S., & Gerstman L. J., 1954
The role of consonant-vowel transitions in the perception of the stop and nasal consonants. *Psychological Monographs*, 68, 1-13.
- Lieberman A.M., Cooper F.S., Shankweiler D.P., Studdert-Kennedy M., 1967
Perception of the speech code. *Psychological Review*, 74, 431-461.
- Lieberman P., Harris K.S., Wolff P., Russel L.H., 1971
New-born infant cry and non-human primate vocalisations. *Journal of Speech and Hearing Research*, 14, 718-727.
- Lieberman A. & Mattingly I., 1985
The motor theory of speech production revised. *Cognition*, 21, 1-36.
- Lieberman A.M., Mattingly I. G., 1989
A specialization for speech perception. *Science* 243, 489-494.
- Lindblom B., 1963a
On vowel reduction. In the Royal Institute of Technology, Speech Transmission Laboratory, 29
- Lindblom B., 1963b
Spectrographic study of vowel reduction. *Journal of the Acoustical Society of America*, 35 (11), 1773-1781.
- Lindblom B. & Studdert-Kennedy M., 1967
On the role of formant transitions in vowel perception. *Journal of the Acoustical Society of America*, 42 (4), 830-843.
- Lindblom B., 1983
Economy of speech gesture. In *MacNeilage, The production of speech*, 217-245 (Springer, New-York).
- Lindblom B. & Lacerda F., 1985
Final report of the project « Acoustic studies for the synthesis of Swedish », unpublished STU report (in Swedish).
- Lindblom B. & Lindgren R., 1985
Speaker-listener interaction and phonetic variation. *Phonetic Experimental Research*, Institute of Linguistics, University of Stockholm (PERILUS), 4, 77-85
- Lindblom B. & Sundberg J., 1971
Acoustical consequences of lip, tongue, jaw and larynx movement. *Journal of the Acoustical Society of America*, 50 (4), 1166-1179.
- Lindblom B., MacNeilage P. & Studdert-Kennedy M., 1984
Self-organizing processes and the explanation of phonological universals. In *Explanations for Language Universals*, Butterworth, B., Comrie, B. & Dahl, O. (eds.). Berlin: Mouton. 181-203.

Lindblom B. & Moon S.J., 1988

Formant undershoot in clear and citation form speech. *Phonetic Experimental Research*, Institute of Linguistics, University of Stockholm (PERILUS), 8, 20-33.

Lindblom B., 1987

Absolute Constancy and Adaptive Variability: two Themes in the Quest for Phonetics Invariance. *Proceedings of the 11th International Congress of Phonetic Sciences*, Tallinn, Estonia.

Lindblom B., 1990

Explaining phonetic variation: a sketch of the H&H theory. In W.J.Hardcastle & A. Marchal (Eds.), *Speech production and speech modelling*, Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 403-439.

Lindblom B., 1991

The status of phonetic gesture. In *Modularity and the Motor Theory of Speech Perception* (eds.) Mattingly, I. & Studdert-Kennedy M., 7-24.

Lindblom B., 1996

Role of articulation in speech perception: Clues from production. *Journal of the Acoustical Society of America*, 99 (3), 1683-792.

Lindblom B., 1998

Systemic constraints and adaptive change in the formation of sound structure. In Hurford, J. R. and Studdert-Kennedy, M. and Knight C., editors, *Approaches to the Evolution of Language: Social and Cognitive Bases*. Cambridge: Cambridge University Press. 242-264.

Lindblom B. & Engstrand O., 1989

In what sense is speech quantal? *Journal of Phonetics*, 17, 107-121.

Lindsay W.K., 1971

Langenback palatorrhaphy. Chapter 26. In W. C. Grabs, S. W. Rosenstein and K.R. Bzoch (eds.), *Cleft Lip and Palate: Surgical, dental, and speech aspect*. Boston: Little, Brown and Co, 393-403.

Lisker L. & Abramson A., 1964

A cross-language study of voicing in initial stops: acoustic measurements. *Word*, 20, 384-422.

Lisker L. & Abramson A., 1967

Some effects of context on voice onset time in English stops. *Language and Speech*, 10, 1-28.

Lisker L., 1974

On "explaining" vowel duration variation. *Glossa*, 8, 223-246.

Liu Q., Yang M.L., Li Z.J., Bai X.F., Wang X.K., Lu L., Wang Y.X., 2007

A Simple and Precise Classification for Cleft Lip and Palate: A Five-Digit Numerical Recording System. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 44 (5), 465-468.

Lively S.E., Logan J.S. & Pisoni D.B., 1993

Training Japanese listeners to identify /r/ and /l/: II. The role of phonetic environment and talker variability in learning new perceptual categories. *Journal of the Acoustical Society of America*, 94 (3), 1242-1255.

Locke J. L., 1983

Phonological acquisition and change. New York: Academic Press.

Locke J. L., 1986

The linguistic significance of babbling. In B. Lindblom & R. Zetterstrom (Eds.), *Precursors of early speech*. Basingstoke, Hampshire: MacMillan, 143-160.

Lofhede H, Lundberg M, Persson C, Lohmander A., 2001

A retrospective, longitudinal study of speech development in children with complete bilateral cleft lip and palate treated with delayed hard palate closure in Goteborg. *Presented at the 9th International Congress on Cleft Palate and Related Craniofacial Anomalies*, Goteborg, Sweden, 1977-1993.

Löfqvist A., 1990

Speech as audible gestures. In W.J. Hardcastle and A. Marchal (eds), *Speech Production and Speech Modeling*, Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 289-332.

Löfqvist A., 1999,

Interarticulator phasing, locus equations, and degree of coarticulation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 106 (4), 2022-2030.

Lohmander-Agerskov A., Soderpalm E., Oddont H.F., Persson E., Lilja J., 1994

Pre-speech in children with cleft lip and palate or cleft palate only: phonetic analysis related to morphologic and functional factors. *Cleft Palate Journal*, 31, 271-279.

Lohmander-Agerskov A., 1998

Speech outcome after palate surgery with the Göteborg regiment including delayed hard palate closure. *Scandinavian journal of plastic and reconstructive surgery and hand surgery*, 32, 63-80.

Lohmander A. & Olsson M., 2004

Methodology for Perceptual assessment of speech in Patients with Cleft Palate : A critical Review of the literature. *Cleft Palate-Craniofacial*, 41(1), 64-70.

Lubker J., 1973

Transglottal airflow during stop consonant production. *Journal of the Acoustical Society of America*, 53 (1), 212-215.

Lubker J. & Gay T., 1982

Anticipatory labial coarticulation: Experimental, biological and linguistic variables. *Journal of the Acoustical Society of America* 71, (2), 437-448.

Lubker J.F. Lindgren R., 1982

The perceptual effects of anticipatory coarticulation. In P. Hurme (Ed.), *Papers in Speech Research*, Institute of Finnish Language and Communication, University of Jyväskylä, 252-271.

Lubker J. & Moll K., 1965

Simultaneous oral-nasal air flow measurement and cinefluoroscopic observations during speech production. *Cleft Palate Journal*, 2, 257-272.

Lubker J., Schweiger J. & Morris H., 1970

Nasal airflow characteristic during speech in prosthetically managed cleft palate speaker. *Journal of Speech and Hearing Research*, 13, 326-338.

Luce P.A. & Charles-Luce J., 1985

Contextual effects on vowel duration, closure duration, and the consonant/vowel ratio in speech production. *Journal of the acoustic Society of America*, 78 (6), 1949-1957.

- Lynch M. P., Oller D. K., Steffens M. L., Levine S. L., Basinger D. L. & Umbel V. M., 1995.
Development of speech-like vocalizations in infants with down syndrome. *American Journal of Mental Retardation*, 100 (1), 68-86.
- Machenry M.A., 1997
The effect of increased vocal effort on estimated velopharyngeal orifice area. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 6, 55-61.
- Machida J., 1967
Air flow rate and articulatory movement during speech. *Cleft Palate Journal*, 4, 240-248.
- Macken M. & Barton D., 1980a
The acquisition of the voicing contrast in English: a study of voice onset time in word initial stops. *Journal of Child language*, 7, 41-74.
- Macken M. & Barton D., 1980b
The acquisition of the voicing contrast in Spanish: a phonetic and phonological study of voice onset time in word initial stops. *Journal of Child language*, 7, 433-458.
- Macken M.A., 1986
Phonological development: a cross-linguistic perspective. In Fletcher, Garman, *Language acquisition* Cambridge University Press, Cambridge, 251-268.
- Maddieson I., 1984 (cité dans MacNeilage P.F. 1994)
Patterns of sound. Cambridge, University Press.
- Maeda S., 1990
Compensatory articulation during speech: evidence from the analysis and synthesis of vocal-tract shapes using an articulatory model. In *Speech production and speech modelling*, W.J. Hardcastle A. Marchal (Eds.), Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 131-149.
- Maeda S., 1999
Labialization during /k/ followed by a rounded vowel is not anticipation but the auditorily required articulation. *14th International Congress of Phonetic Sciences*, San Francisco, 1, 41-44.
- Malsheen B.J., 1980
Two hypotheses for phonetic clarification in the speech of mothers to children, Yeni-Komshian, Kavanagh, Ferguson. *Child Phonology 2: perception*, Academic Press, New York, 173-184.
- Mani M., Morén S., Thorvardsson O., Jakobsson O., Skoog V., Holmström M., 2010
Objective assessment of the nasal airway in unilateral cleft lip and palate-a long-term study. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 47, 3, 217-224.
- Marchal A., 1988
Coproductio n : evidence from EPG data. *Speech Communication*, 7, 287-295.
- Marcha L A., 2009
From speech physiology to linguistic phonetic. Hoboken. NJ: *Wiley and Sons* , 215.
- Marino V.C.C., Williams W.N., Wharton P.W., Paulk M.F., Dutka-Souza J.C.R., Schultz G.M., 2004
Immediate and sustained changes in tongue movement with an experimental palatal “fistula”: a case study. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 42 (3), 286-296.

- Marrinan E.M., Labrie R.A., Mulliken J.B., 1998
Velopharyngeal function in non syndromic cleft palate: relevance of surgical technique, age at repair, and cleft type. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 35, 95-100.
- Martin J. G., & Bunnell H. T., 1981
Perception of anticipatory coarticulation effects. *Journal of the Acoustical Society of America*, 69 (2), 559-567.
- Martin J. G. & Bunnell H. T., 1982
Perception of anticipatory coarticulation effects in vowel-stop consonant-vowel sequences. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 473-488.
- MacNeilage P., Hanson R., Krones R., 1970
Control of the jaw in relation to stress in English. *Journal of the Acoustical Society of America*, 48 (1-A), 120-120
- MacNeilage P.F., 1994
Prolegomena to a theory of the sound pattern of the first spoken language. *Phonetica*, 51, 184-194.
- MacNeilage P. F. & Davis B. L., 1990
Acquisition of speech production: Frames, Then Content. In M. Jeannerod (Ed.), *Attention and Performance XIII: Motor Representation and Control*. Hills: Lawrence Erlbaum, 453-476.
- MacNeilage P. F., 1998
The Frame/Content theory of evolution of speech production. *Behavioral and brain sciences*, 21, 499-546.
- MacNeilage P.F. & Davis B.L., 2001
Motor mechanisms in speech ontogeny: phylogenetic, neurobiological and linguistic implications. *Current Opinion in Neurobiology*, 11, 696-700.
- MacNeilage P.F. & Davis B.L., 2003
Intersyllabic and word-level regularities in early acquisition. *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetics Sciences*, Barcelone, 383-386.
- McFarland D. H., Netter F.H., 2009
L'anatomie en orthophonie, Parole, déglutition et audition, 2^{ème} édition, Masson.
- McKerns D. & Bzoch K., 1970
Variation in velopharyngeal valving: The factor of sex. *Cleft Palate Journal*, 7, 652-662.
- McWilliams B., 1958
Articulation problems of a group of cleft palate adults. *Journal of Speech and Hearing Research*, 1, 68-74.
- McWilliams B.J., Morris H.L. & Shelton R.L., 1984
Cleft palate speech, Philadelphia : Decker/ Londres : Mosby Comp, 368 p.
- McWilliams B.J., 1980
Communication problems associated with cleft palate. In R.J. Van Hattum (Ed.), *An Introduction Communication Disorders*. New York: Macmillan Pub. Co.
- McWilliams B.J. & Philips B., 1979
Velopharyngeal incompetence: audio seminars in speech pathology, Philadelphia, WB Saunders.

- McWilliams B.J., Morris H.L. & Shelton R.L., 1990
Cleft palate speech. 2nd ed. Philadelphia: BC Decker, 428 p.
- Mefferd Antje S., Green Jordan R., 2010
Articulatory-To-acoustic relations in response to speaking rate and loudness manipulations. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53, 1206-1219.
- Ménard L., Boë L.J. & Maeda S., 2000
Croissance du conduit vocal et stratégies articulatoires en production vocalique. *23^e Journée d'Étude sur la Parole*, 4-9, 421-424.
- Ménard L., 2002
Production et perception des voyelles au cours de la croissance du conduit vocal : variabilité, invariance et normalisation. Thèse de doctorat, Institut de la communication parlée, Grenoble.
- Menn L., 1986
Language acquisition, aphasia and phonotactic universals. In F.R. Eckman, E.A. Moravcsik & J.R. Wirth (Eds.), *Markedness* New-York: Plenum Press, 241-255..
- Metz D.E., Allen K., Kling T., Maisonet S., McCullough R., Schiavetti N. and Whitehead L.R., 2006
Effect of syllable-initial voicing on vowel duration during simultaneous communication. *Journal of Communication Disorders*, 39 (3), 192-199.
- Michi K., 1986
Clinical studies of diagnosis and treatment of the speech disorders caused by oral diseases. *Journal of the Japan Stomatological Society*, 35, 1035-1076.
- Michi K., Suzuki N., Yamashita Y. & Satoko I., 1986
Visual training and correction of articulation disorders by the use of dynamic palatography: Serial observation in a case of cleft palate. *Journal of Speech Hearing Disorders*, 51, 226-238.
- Millard DR Jr., 1973
Cleft craft. The evolution of Its surgery III. Alveolar and palatal deformities. In Boston: Little, Brown and Co.; 1980:419-448. Morris HL. *Velopharyngeal competence and primary cleft palate surgery. 1960-1971: a critical review*. *Cleft Palate Journal*, 10, 62-71.
- Millard DR Jr., Latham R.A., 1990
Improved primary surgical and dental treatment of clefts. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 86(5), 856-71.
- Minsley G.E., Hinton V.A., Warren D.W., 1987
Physiologic response to maxillary resection and subsequent obturation. *Prosthodont.*, 57, 338-344.
- Minsley G.E., Warren D.W., Dalston R.M., Hinton V.A., 1988
Maintenance of intraoral pressure during speech after maxillary resection. *Journal of the Acoustical Society of America*, 83 (2), 820-824.
- Modarresi G., Sussman H.M., Lindblom B. & Burlingame E., 2004
Stop place coding: An acoustic study of CV, VC#, and C#V sequences, *Phonetica*, 61, 2-21.
- Modarresi G., Sussman H.M., Lindblom B. & Burlingame E., 2005
Locus equation encoding of stop place: revisiting the voicing/VOT issue. *Journal of Phonetics*, 33, 101-113.

- Moll K., 1962
Velopharyngeal closure on vowel. *Journal of Speech and Hearing Research.*, 5, 30-37.
- Molis M.R., Lindblom B., Castelman W. & Carré R., 1994
Cross-language analysis of VCV coarticulation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 95 (5), 2925-2925.
- Montoya y Martinez P., Baylon-Campillo H., 1996
L'incompétence vélo-pharyngée et la pathologie, Exploration et prise en charge thérapeutique. L'ortho édition.
- Moon S-J. & Lindblom B., 1989
Formant undershoot in clear and reference speech: a 2nd progress report. *Speech Transmission Laboratory, Quarterly Status and Progress Report 2*, 121-123.
- Morley M., 1970
The assessment of speech. In Morley M. ed. *Cleft palate and speech*. 7th (ed.). Edinburgh: Churchill Livingstone, 193-209.
- Morris H, & Ozanne A., 2003
Phonetic, phonological, and language skills of children with a cleft palate. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 40, 460–470.
- Morris H.L., 1962
Communication skills of children with cleft lip and palate. *Journal of Speech and Hearing Research*, 5, 79–90.
- Morris H.L., Spriesterbach D.C. & Darley F.L., 1961
An articulation test for assessing competency of velopharyngeal closure. *Journal of Speech and Hearing Research*, 4, 48-55.
- Mousset M.R., 1989
Le langage des enfants porteurs de fente labio-palatine. Thèse de doctorat, Paris.
- Murray J.C., 1995
Face facts: genes, environment, and clefts. *American Journal Human Genetic*, 57, 227-232.
- Musgrave R.H., Bremner C.J., 1960
Complications of cleft palate surgery. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 26, 180-189.
- Nakamura N., Ogata Y., Sasaguri M., Suzuki A., Kikuta R., Ohishi M., 2003
Aerodynamic and cephalometric analysis of velopharyngeal structure and function following repushback surgery for secondary correction in cleft palate. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 40, 46–53.
- Nakamura N., Ogata Y., Kunimitsu K., Suzuki A., Sasaguri M. & Ohishi M., 2003
Velopharyngeal morphology of patients with persistent velopharyngeal incompetence following repushback surgery for cleft palate. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 40 (6), 612–617.
- Nearey T. & Shamma S.E., 1987
Formants transitions as partly distinctive invariant properties in the identification of voiced stops. *Canadian Acoustics*, 15 (4), 17-24.
- Netsell R. W., 1981
The acquisition of speech motor control: a perspective with directions for research. In Stark RE, ed. *Language Behavior in Infancy and Early Childhood*. Amsterdam: Elsevier-North Holland, 127-156.

- Netsell R., Lotz W.K. Petres J.E. & Schulte L., 1994
Developmental patterns of laryngeal and respiratory function for speech production. *Journal Voice*, 8, 123-131.
- Nguyen N., Marchal A., & Content A., 1996
Modeling tongue-palate contact patterns in the production of lingual consonants. *Journal of Phonetics*, 24, 77-97.
- Nguyen, N. & Espesser, R., 2004
Méthodes et outils pour l'analyse acoustique des systèmes vocaliques. *Bulletin Phonologie du Français Contemporain* 3, éditée par J. Eychenne & G. Mallet, Université de Toulouse - Le Mirail, 77-85.
- Nittrouer S., 1985
The role of coarticulation in the perception and production of speech by young children (3 to 7 years). Ph.D. dissertation, The city University of New York (unpublished).
- Nittrouer S., 1993
The emergence of mature gestural patterns is not uniform: evidence from an acoustic study. *Journal of Speech and Hearing Research*, 36, 959-972.
- Nittrouer S. & Studdert-Kennedy M., 1987
The role of coarticulatory effects in the perception of fricatives by children and adults. *Journal of Speech and Hearing Research* 30, 319-329.
- Nittrouer S., Studdert-Kennedy M. & McGowan R. S., 1989
The emergence of phonetic segments: evidence from the spectral structure of fricative-vowel syllables spoken by children and adults. *Journal of Speech and Hearing Research*, 32, 120-132.
- Nittrouer S., Studdert-Kennedy M. & Neely S.T., 1996
How children learn to organize their speech gesture: further evidence from fricative-vowel syllables. *Journal of Speech and Hearing Research*, 39, 379-389.
- Nord L., 1986
Acoustic studies of vowel reduction in Swedish, speech transmission laboratory, *quarterly status and progress report 4/1986*. Department of Speech Communication and Music Acoustics, Royal Institute of Technology, Stockholm, 121-123.
- Nusbaum E., Foley L. & Wells C., 1935
Experimental studies of the firmness of the velar-pharyngeal occlusion during the production of English vowels. *Speech Monographs*, 2, 71-80.
- O'Gara M. M. & Logemann J. A., 1988
Phonetic analysis of the speech development of babies with cleft palate. *Cleft Palate Journal*, 25, 122-134.
- Ogata H., Nakajima T., Onishi F., Tamada I., Hikosaka M., 2006
Cleft palate repair using a marginal musculo-mucosal flap. *Cleft-Palate craniofacial Journal*, 43 (6), 651-655.
- Ohala J. J., 1975
The temporal regulation of speech. In *Auditory Analysis and Perception of Speech*, edited by G. Fant and M. Tatham Academic, London, 431-453.

- Ohala J. J. & Riordan C.J., 1979
Passive vocal tract enlargement during voiced stops. In *Speech communication papers*, J. J; Wolf & D.H. Klatt (eds). New-York: Acoustical Society of America, 89-92.
- Ohala J. J., 1983
The origin of sound patterns in vocal tract constraints. In *The production of speech*, P. F. MacNeilage, ed. New-York: Springer-Verlag, 189-216.
- Öhman S., 1966
Coarticulation in VCV Utterances: Spectrographic Measurements. *Journal of the Acoustical Society of America*, 39 (1), 151-168.
- Öhman S., 1967
Numerical model of coarticulation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 41 (2), 310-320.
- Oller D.K., 1980
The emergence of the sounds of speech in infancy; Chapter 6. In G. Yeni-Komshian, J.F. Kavanagh, & C.A. Ferguson eds. *Child Phonology: 1. Production*. New York, Academic Press, 93-112.
- Oller D.K., 1986
Metaphonology and infant vocalisations. In Lindblom B., Zetterstrom R. (eds.), *Precursors of Early speech*. New York: Stockton Press, 21-35.
- Oller D.K. & Delgado R., 1990
Logical international phonetic programs. Miami: Intelligent Hearing Systems.
- Oller D. K., Eilers R. E., Steffens M. L., Lynch M. P. & Urbano R., 1994
Speech-like vocalizations in infancy: an evaluation of potential risk factors. *Journal of Child Language*, 21, Link to Cambridge Univ. Press, 33-58.
- Oneal R.M., 1971
Oronasal fistulas, In: Grabb W.C., Rosenstein S.W., Bzoch K.R., (eds). *Cleft Lip and Palate: Surgical, Dental, and Speech Aspects*. Boston: Little, Brown, 490-498.
- Ostry D.J., Keller E., Parush A., 1983
Similarities in the control of the speech articulators and the limbs: kinematics of the tongue dorsum movement in speech. *Journal of Experimental Psychology, Human Perception and Performance*, 9, 622-636.
- Ostry D.J., Feltham R.F. & Munhall K.G., 1984
Characteristics of speech motor development in children. *Developmental Psychology*, 20, 859-871.
- Ostry D.J., Munhall K.G., 1985
Control of rate and duration of speech movements. *Journal of the Acoustical Society of America*, 77 (2), 640-648.
- Oviatt S., 1980
The emerging ability to comprehend language: an experimental approach. *Child development*, 50, 97-106.
- Passavant, 1869
Cité dans Croatto et Croatto Martinoli (1959).

- Pegg J.E., Werker J.F. & Mcleod P.J., 1992
Preference for infant-directed over adult-directed speech: evidence from 7-week-old infants. *Infant Behavior and Development*, 15, 325-345.
- Perkell J.S. & Chiang C., 1986
Preliminary support for a "hybrid model" of anticipatory coarticulation. In *Proceedings of the 12th International Conference of Acoustics*, Toronto, Canada, A3-6.
- Perkell J., Cohen M., Svirsky M., Matthies M., Garabieta I. & Jackson M., 1992
Electro-magnetic midsagittal articulometer (EMMA) systems for transducing speech articulatory movements. *Journal of the Acoustical Society of America*, 92 (6), 3078-3096.
- Perkell J.S., Guenther F.H., Lane H., Matthies M.L., Perrier P., Vick J., Wilhelms-Tricarico R. & Zandipour M., 2000
A theory of speech motor control and supporting data from speakers with normal hearing and with profound hearing loss. *Journal of Phonetics*, 28, 233-372.
- Perkell J.S., Matthies M.L., Svirsky M.A. & Jordan M.I., 1995
Goal-based speech motor control: a theoretical framework and some preliminary data. *Journal of Phonetics*, 23, 23-35. Also in *Disorders of Motor Speech: Assessment, Treatment, and Clinical Characterization*, Baltimore: Paul H. Brookes, 27-42.
- Perrier P., Payan Y., Buchaillard S., Nazari M.A., Chabanas, M., 2011
Biomechanical models to study speech. *Faits de Langues*, 37, 155-171.
- Peterson G.E. & Lehiste I., 1960
Duration of syllable nuclei in English. *Journal of the Acoustical Society of America*, 32 (6), 693-703.
- Peterson-Falzone S.J., 1990
A cross-sectional analysis of speech results following palatal closure. In Bardach J, Morris HL, (eds.) *Multidisciplinary Management of Cleft Lip and Palate*. Philadelphia: WB Saunders, 750-757.
- Peterson-Falzone S.J. & Graham M.S., 1990
Phoneme specific nasal emission in children with and without physical anomalies of the velopharyngeal mechanism. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 55, 132-139.
- Peterson-Falzone S.J., Hardin-Jones M.A., Karnell M.P. ,2000
Cleft Palate Speech. St. Louis: Mosby.
- Peterson-Falzone S.J., Hardin-Jones M.A., Karnell M.P., 2001
Assessment of speech-language problems. In Peterson-Falzone SJ, Hardin-Jones MA, Karnell MP, (eds). *Cleft Palate Speech*, 3rd ed. Saint Louis, M.O.: Mosby, 143-147
- Petit P., Borel-Maisonny S. & Psaume J., 1965
Intérêt et résultats des pharyngoplasties à but phonétique. *Revue du praticien*, 15 (21), 2789-2806.
- Pinborough-Zimmerman J., Canady C., Yamashiro D.K., Morales L. Jr., 1997
Articulation and nasality changes resulting from sustained palatal fistula obturation. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 35, 81-87.

- Podvinec S. & Mark B., 1951
Tomographie du pharynx et du larynx et sa valeur clinique. *Annales d'otolaryngologie*, 68, 225-233.
- Podvinec S., 1952 (cité dans Croatto & Croatto Martinolli, 1959)
The physiology and pathology of the soft palate. *Journal of Laryngology*, 66, 452-461.
- Port D.K. & Preston M.S., 1972
Early apical stop production: a voice onset time analysis. *Haskins Laboratories Status Report on Speech Research*, 29/30, New Haven, Conn.: Haskins Laboratories, 125-149.
- Pouplier M. & Goldstein L., 2005
Asymmetries in the perception of speech production errors. *Journal of Phonetics*, 33, 47-75.
- Powers, 1971 (cité dans Peterson-Falzone S.J. & Graham M.S., 1990)
Phoneme specific nasal emission in children with and without physical anomalies of the velopharyngeal mechanism. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 55, 132-139.
- Powers G., 1962
Cinefluorographic investigation of articulatory movements of selected individuals with cleft palate. *Journal of Speech and Hearing Research*, 5, 59-69.
- Powers G., Dunn C. & Erikson C., 1990
Speech analysis of four children with repaired cleft palates. *Journal of Speech and Hearing Research*, 55, 542-550.
- Preston M.S., Yeni-Komshian G., 1967
Voicing in initial stop consonants produced by children in the prelinguistic period from different language communities. John Hopkins Univ. School of Medicine. *Annual Report of Neurocommunications Laboratory*, 2, 305-323.
- Preston M.S., Yeni-Komshian G., 1967
Studies on the development of stop-consonants in children. *Haskins Laboratories Status Report on Speech Research*, 11, 49-52.
- Preston M.S., Yeni-Komshian G., Stark R. E & Port D.K., 1968
Developmental studies of voicing in stops. *Haskins Laboratories Status Report on Speech Research*, 13/14, 181-184.
- Prosek R., Montgomery A., Walden B., Hawkins D., 1987
Formant frequencies of stuttered and fluent vowels. *Journal of Speech and Hearing Research*, 30, 301-305.
- Psaume J., Malek R., Mousset M.R., Trichet C.H. & Martinez H., 1986
Technique et résultats du traitement total précoce des fentes labio-palatines. *Folia phoniatrica*, 38, 176-220.
- Quigley L., 1967
A comparison of air-flow and cephalometric techniques for evaluation of normal and cleft palate patients. *American Journal of Orthodontics*, 53, 423-445.

Quigley L., Webster R., Coffrey R., Kelleher R. & Grant H., 1963

Velocity and volume measurements of nasal and oral air-flow in normal and cleft palate speech, utilising a warm-wire flow-meter and two-channel recorder. *Journal of Dental Research*, 42, 1520-1527.

Randall R.C., 1986

Discussion: management and timing of cleft palate fistula repair. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 78, 739-745

Raphael L.J., 1972

Preceding vowel duration as a cue to the perception of voicing of word-final consonants in American English. *Journal of the Acoustical Society of America*, 51 (4B), 1296-1301.

Raphael L.J., 1975

The physiological control of durational differences between vowels preceding voiced and voiceless consonants in English. *Journal of Phonetics*, 3, 25-33.

Recasens D., 1984a

V-to-C coarticulation in Catalan VCV sequences: an articulatory and acoustical study. *Journal of Phonetics*, 12, 61-73.

Recasens D., 1984b

V-to-C coarticulation in Catalan VCV sequences. *Journal of the Acoustical Society of America*, 76 (6), 1624-1635.

Recasens D., 1985

Coarticulatory patterns and degrees of coarticulatory resistance in Catalan CV sequences. *Language and Speech*, 28, 97-114.

Recasens D., 1987

An acoustic analysis of V-to-V coarticulatory effects in Catalan and Spanish VCV sequences. *Journal of Phonetics*, 15, 299-312.

Recasens D., 1989

Long range coarticulatory effects for tongue dorsum contact in VCVCV sequences. *Speech Communication*, 8, 293-307.

Recasens D., 1991

An electropalatographic and acoustic study of consonant-to-vowel coarticulation. *Journal of Phonetics*, 19, 177-192.

Recasens D., Pallarès M.D., Fontdevila J., 1997

A model of lingual coarticulation based on articulatory constraints. *Journal of the Acoustical Society of America*, 102 (1), 544-561.

Recasens D., 1999

Coarticulation models in recent speech production theories, in collaboration with E. Farnetani (Chapter 2), Lingual coarticulation (Chapter 4) & Acoustic analysis (Chapter 16). In *Coarticulation. Theory, Data and Techniques*, Hardcastle, W.J. & Hewlett, N. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge.

Recasens D., 2002

An EMA study of VCV coarticulatory direction. *Journal of the Acoustical Society of America*, 111 (6), 2828-2841.

- Redford M.A., MacNeilage P.F. & Davis B.L., 1997
Production constraints on utterance-final consonant characteristics in babbling. *Phonetica*, 54, 172-186.
- Repp B., 1986
Some observation on the development of anticipatory coarticulation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 79 (5), 1616-1619.
- Richman L.C., Eliason M., 1984
Type of reading disability related to cleft type and neuropsychological patterns. *Cleft Palate Journal*, 21, 1-6.
- Richman L.C., Eliason M.J., Lindgren S.D., 1988
Reading disability in children with clefts. *Cleft Palate Journal*, 25, 21-25.
- Rimac R. & SMITH B.L., 1984
Acoustic characteristics of flap productions by American English-speaking children and adult: implications concerning the development of speech motor control. *Journal of Phonetics*, 12, 387-396.
- Riski J.E., DeLong E., 1984
Articulation development in children with cleft lip/palate. *Cleft palate Journal*, 21 (2), 57-64.
- Robb M. & Bleile K., 1994
cités dans VALLEE N. & BOE L.J. 2001 Consonant Inventories of Young Children from 8 to 25 months. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 8, 295-320.
- Robb M.P., Saxman J.H. & Grant A., 1989
Vocal fundamental frequency characteristics during the first two years of life. *Journal of the Acoustical Society of America*, 85 (4), 1708-1717.
- Robb M.P. & Saxman J.H., 1990
Syllable durations of preword and early word vocalizations. *Journal of speech and Hearing Research*, 33, 583-593.
- Roentgen, 1895
Cité dans Croatto et Croatto Martinoli (1959).
- Rolnick M.I. & Hoops H.R., 1971
Plosive phoneme duration as a function of palato-pharyngeal adequacy. *Cleft Palate Journal*, 8, 65-76.
- Ross R.B., Johnston M.C., 1972
Cleft lip and palate, Baltimore, M.D.: Williams and Wilkins.
- Russell J., Grunwell P., 1993
Speech development in children with cleft lip and palate. In Grunwell P, ed. *Analysing Cleft Palate Speech*. London: Whurr Publishing, 19-47.
- Ryalls J. & larouche A., 1992
Acoustic integrity of speech production in children with moderate and severe impairment. *Journal of speech and Hearing Research*, 35, 88-95.
- Saltzman E., 1986
Task dynamic coordination of the speech articulators: a preliminary model. Heuer H., Fromm C., eds., *Experimental Brain Research Series*, 15, New York, Spinger-Verlag, 129-144.

- Saltzman E., Rubin P. E., Goldstein L., & Browman C. P., 1987
Task-dynamic modeling of interarticulator coordination. *Journal of the Acoustical Society of America*, 82 (S1), S15.
- Saltzman E. L., Munhall K.G., 1989
A dynamical approach to gestural patterning in speech production. *Ecological Psychology*, 1, 333-382.
- Saltzman E., Byrd D., 2000
Task-dynamics of gestural timing: phase windows and multi-frequency rhythms. *Human Movement Science*, 19, 499-526.
- Santelmann L., Sussman J., Chapman K., 1999
Perception of midorsum palatal stops from the speech of three children with repaired cleft palate. *Cleft-Palate Craniofacial Journal*, 36 (3), 233-242.
- Sapienza C.M., Brown W.S., Williams W.N., Wharton P.W. & Turner G.E., 1996
Respiratory and laryngeal function associated with experimental coupling of the oral and nasal cavities. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 33 (2), 118-126.
- Sasaki C.T., Levine P.A., Laitman J.T., Crelin E.D., 1977
Postnatal descent of the epiglottis in man. *Archives of Otolaryngology*, 103, 169-171.
- Savariaux C., Perrier P., Lebeau J., Magana G. & Dorange-Pattoret C., 2000
Production de la parole après traitement de la cavité endobuccale. 23^e *Journées d'Étude sur la Parole, Aussois*, France, 433-436.
- Savariaux C., Perrier P., Pape D. & Lebeau J., 2001
Speech production after glossectomy and reconstructive lingual surgery: a longitudinal study. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Models and Analysis of Vocal Emissions for Biomedical Applications (MAVEBA)*. Firenze, Italy. 6 p.
- Scheier M., 1897
Deutsche medizinische Wochenschrift, 23, 403 p.
- Scherer N.J., Kalbfleisch J., 1997
Growth profiles of early language development in children with cleft lip and/or palate. Presented at the *Annual Convention of the American Speech-Language-Hearing Association*; Boston, Massachusetts.
- Scherer N., Williams A.L., Henley P.J., Lambert A.N., Lassiter L.J., Osborne J.K., 2000
Early vocalization profiles in children with and without cleft palate. Presented at the *Annual Convention of the American Speech-Language-Hearing Association*; Washington, DC.
- Schmahmann J.D. & Sherman J.C., 1998
The cerebellar cognitive affective syndrome. *Brain*, 121, 561-579.
- Schatz C., 1954
The role of context in the perception of stops. *Language*, 30, 47-56.
- Schultz R.C., 1986
Management and timing of cleft palate fistula repair. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 78, 739-745.
- Schwartz J. L., Abry C., Boë L. J. & Cathiard M., 2002
Phonology in a theory of perception-for-action-control, Phonology: from Phonetics to Cognition. J. Durand and B. Laks. Oxford University Press. Oxford: 255-280.

- Schwartz J.L., Boë L.J., Abry C., 2007
Linking the Dispersion-Focalization Theory (DFI) and the Maximum Utilization of the Available Distinctive Features (MUAFF) principle in a Perception-for-Action-Control Theory (PACT). In *Honor to Peter McNeilage*. In M.J. Solé, P.S. Beddor et Ohala M., eds : *Experimental approaches to phonology*, Oxford University Press, 104-124
- Schwartz J.L., Boë L.J., 2008
Grounding plosive place features in perceptuo-motor Substance. *Speech and Face to Face Communication Workshop in memory of Christian Benoît*, 131-132.
- Schwartz S., Kapala J.T., Rajchgot H. & Roberts G.L., 1993
Accurate and systematic numerical recording system for the identification of various types of lip and maxillary clefts (RPL system). *Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 30, 330-332.
- Schwartz J.L., Basirat, A., Ménard, L., & Sato, M., 2010
The Perception for Action Control Theory (PACT): a perceptuo-motor theory of speech perception. *Journal of Neurolinguistics* (à paraître).
- Scuri D., 1934, (cité dans Croatto & Croatto Martinolli, 1959)
Rinofonia e rinolalia. *Valsalva*, 10, 816-840.
- Sell D., Harding A., Grunwell P.A., 1994
A screening assessment of cleft palate speech: GOS SP ASS (Great Ormond Street speech assessment). *European Journal of Disorders of Communication*, 29, 1-15.
- Sell D., Harding A., Grunwell P.A., 1999
GOS.SP.ASS'98: an assessment for speech disorders associated with cleft palate and/or velopharyngeal dysfunction (revised). *International Journal of Language and Communication Disorders*, 34, 17-33.
- Serano J., Baum S., Mearan G. & Liberman P., 1985
Acoustic analyses and perception data on anticipatory labial coarticulation in adults and children. *Paper presented at the 109th meeting of the Acoustical Society of America*, Austin, Texas.
- Serano J., Baum S., Mearan G. & Liberman P., 1987
Acoustic analyses and perception data on anticipatory labial coarticulation in adults and children. *Journal of the Acoustical Society of America*, 81 (2), 512-519.
- Serano J.A. & Liberman P., 1987
Developmental aspects of lingual coarticulation. *Journal of Phonetics*, 15, 247-257.
- Serniclaes W., Carré R., 2002
Contextual effects in the perception of fricative place of articulation: a rotational hypothesis. In *International Conference on Spoken Language Processing*, 1673-1676.
- Serniclaes W., Bogliotti C., Carré R., 2003
Perception of consonant place of articulation : phonological categories meet natural boundaries. *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences*, 391-394.
- Shapiro S.S. & Wilk M.B., 1965
An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52 (3-4), 591-611.
- Sharf D.J., 1962
Duration of post-stress intervocalic stops and preceding vowels. *Language and Speech*, 7, 89-97.

- Sharkey S. G. & Folkins J. W., 1985
Variability of lip and jaw movements in children and adults: Implications for the development of speech motor control. *Journal of Speech and Hearing Research*, 28, 8-15.
- Shelton R.L. & Blanks J.L., 1984
Oronasal Fistulas, Intraoral Air Pressure, and Nasal Air Flow during Speech. *Cleft Palate Journal*, 21 (2), 91-99.
- Sherman D. & Goodwin F., 1954
Pitch level and nasality. *Journal of Speech Disorders*, 19, 423-428.
- Shprintzen R.J., 1995
A new perspective on clefting. In: Shprintzen RJ, Bardach J, eds. *Cleft Palate Speech Management*. St. Louis: Mosby-Yearbook, Inc, 1-15.
- Siren K.A. & Wilcox K.A., 1995
Effect of lexical meaning and practiced productions on coarticulation in children's and adult's speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38, 351-359.
- Smith A.W., Khoo A.K. & Jackson I.T., 1998
A modification of the Kernahan "Y" classification in cleft lip and palate deformities. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 102, 1842-1847.
- Smith B.L., 1978
Temporal aspects of English speech production: A developmental perspective. *Journal of Phonetics*, 6, 37-67.
- Smith B. L., 1979
Phonetic aspects of consonantal devoicing in children's speech. *Journal of Speech Language*, 6, 19-28.
- Smith B.L., Sugarman M.D. & Long S.H., 1983
Experimental manipulation of speaking rate for studying temporal variability in children's speech. *Journal of the Acoustical Society of America*, 74 (3), 744-749.
- Smith B. & McLean-Muse A., 1985
Development of lip and jaw control in the speech children. *Paper presented at the 109th meeting of the Acoustical Society of America*, Austin, Texas.
- Smith B.L. & McLean-Muse A., 1986
Articulatory movement characteristics of labial consonant productions by children and adults. *Journal of the Acoustical Society of America*, 80 (5), 1321-1328.
- Smith B.L. & McLean-Muse A., 1987
Effects of rate and bite block manipulations on kinematic characteristics of children's speech. *Journal of the Acoustical Society of America*, 81 (3), 747-754.
- Smith B.L., 1992
Relationships between duration and temporal variability in children's speech. *Journal of the Acoustical Society of America*, 91 (4), 2165-2174.
- Smith B.L., Kenney M. K. & Hussain S., 1996
A longitudinal investigation of duration and temporal variability in children's speech production. *Journal of the Acoustical Society of America*, 99 (4), 2344-2349.

Sock R., 1983

L'organisation temporelle de l'opposition de quantité vocalique en wolof de Gambie. Sa résistivité aux conditions de durée segmentales et suprasegmentales. Thèse de Doctorat de Troisième Cycle, Institut de Phonétique de Grenoble, Université de Grenoble III.

Sock R., 2001

La Théorie de la Viabilité en production-perception de la parole. In Keller D. Durafour J.-P. Bonnot J.-F. & Sock R. (Eds.), *Psychologie et Sciences Humaines*, Mardaga, Liège, 285-316.

Sock R. & Benoit C., 1986

VOTs et VIT en français. *15^e Journée d'Étude sur la Parole*, Aix-en-Provence.

Sock R. & Löfqvist A., 1995

Some timing constraints in the production of bilabial stops. *Journal of Phonetics*, 23, 129–138.

Sock R., 1998

Organisation temporelle en production de la parole. Émergence de catégories sensori-motrices phonétiques. Doctorat d'État ès Sciences Humaines, Université Stendhal, Grenoble III, 479 p.

Sock R., Hecker V., Cathiard M.-A., 1999

The perceptual effects of anticipatory labial activity in French. *14th International Congress of Phonetic Sciences*, San Francisco, 5, 2057-2060.

Sock R. & Vaxelaire B., 2001

Peut-on travailler sans représentations en production-perception de la parole ? In *Par Monts et Par Vaux. Itinéraires linguistiques et grammaticaux.* Mélanges offerts au Professeur Martin Riegel, Bibliothèque de l'Information Grammaticale 45. C. Buridant, G. Kleiber & J.C. Pellat (Eds.), Editions Peeters, Louvain – Paris, 379-391.

Sock R. & Vaxelaire B., 2004

L'Anticipation à l'horizon du Présent. (Eds.): Liège: Mardaga (Collection Psychologie et Sciences Humaines), 13-32.

Sperber G.H., 2001

Craniofacial Development. Hamilton: BC Decker.

Spriesterbach D.C., Darley F. L. & Rouse V., 1956

Articulation of a group of children with cleft lips and palates. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 21, 436-445.

Spriesterbach D.C., Powers G.R., 1959

Articulation skills, velopharyngeal closure, and oral breath pressure of children with cleft palates. *Journal of Speech and Hearing Research*, 2, 318–325.

Spriesterbach D.C., Moll K. L. & Morris H.L., 1961

Subject classification and articulation of speakers with cleft palate. *Journal of Speech and Hearing Research*, 4, 362.

Spriestersbach D.C., Darley F.L. & Morris H.L., 1958

Language skills in children with cleft palate. *Journal of Speech and Hearing Research*, 1, 279.

Stark R. & Nathanson S. N., 1974

Spontaneous cry in the newborn infant; sounds and facial gestures. In J. F. Bosma Ed., *Fourth symposium on oral sensation and perception.* Bethesda, Md.: U. S. Government Printing Press, 323-347.

Stark R.E., 1980

Stages of speech development in the first year of life. In *G. Yeni-Komshian, J.F. Kavanagh, & C.A. Ferguson (Eds.), Child Phonology: 1.Production*. New York, Academic Press, 93-112.

Stark J., Lindblom B. & Sundberg J., 1996

APEX – an articulatory synthesis model for experimental and computational studies of speech production. *Speech, Music and Hearing Quarterly Progress and Status Report 2*, 45-48.

Starkweather C.W., Hirschman P., Tannenbaum R.S., 1976

Latency of vocalization: stutterers vs. nonstutterers. *Journal of Speech and Hearing Research*, 19, 481-492.

Starr C., 1956

A Study of Some of the Characteristics of the Speech and Speech Mechanism of a Group of Cleft Palate Children. Chicago: Northwestern University. PhD. Dissertation.

Stathopoulos E.T., 1999

A review of the development of the child voice: an anatomical and functional perspective. In *Child Voice*, P. White, & J. Sundberg Eds., KTH Voice Research Centre, Stockholm.

Stathopoulos E.T. & Weismer G., 1985

Oral air flow and intraoral air pressure: a comparative study of children, youths and adults. *Folia Phoniatrica*, 37, 152-159.

Stengelhofen J., 1989

The nature and causes of communication problems in cleft palate. In J. Stengelhofen (Ed.). *Cleft palate: The nature and remediation of communication problems*, 1–30.

Stern D.N., Spiker S., Barnett R.K. & Mackain K., 1983

The prosody of maternal speech: infant age and context related changes. *Journal of Child Language*, 10, 1-15.

Stevens K. N., 1972

The quantal nature of speech: evidence from articulatory acoustic data. In *Human Communication: a Unified View*. P.B. Denes E.E. Davis Jr. (Eds.), New York: McGraw-Hill Book Company, 51-66.

Stevens K. N., 1975

The potential role of property detectors in the perception of consonants. In *Auditory Analysis and Perception of Speech*. G. Fant M.A.A. Tatham (Eds.), Academic Press: London, 191-196.

Stevens K. N., 1981

Constraints imposed by the auditory system on the properties used to classify speech sounds: Data from phonology, acoustics and psychoacoustics. In *The Cognitive Representation of Speech*. T. Myers J. Laver J. Anderson (Eds.), North Holland, 61-74.

Stevens K. N., 1985

Evidence for the role of acoustic boundaries in the perception of speech sounds. In *Phonetic Linguistics: Essays in honor of Peter Ladefoged*. V.A. Fromkin (Ed.), New York: Academic Press, 243-255.

Stevens K. N., 1989

On the quantal nature of speech. *Journal of Phonetics*, 17, 3-45.

- Stevens K. N., 1991
Speech perception based on acoustic landmarks: implications for speech production. *Phonetic Experimental Research at the Institute of Linguistics, University of Stockholm (PERILUS) 14*, Department of Linguistics, University of Stockholm, Sweden, 83-88.
- Stevens K.N., 1998
Acoustic Phonetics, Cambridge, MA: MIT Press.
- Stevens K.N., 2002
Toward a model for lexical access based on acoustic landmarks and distinctive features. *Journal of the Acoustic Society of America* 111 (4), 1872-1891.
- Stevens K.N., 2005
Features in speech perception and lexical access. In Pisoni, D.E. and Remez, R.E. (eds.), *Handbook of Speech Perception*. Cambridge, MA, Blackwell, 125-155.
- Stevens K. & House A., 1955
Development of a description of vowel articulation. In *Journal of the Acoustical Society of America*, 27 (3), 484-493.
- Stevens K.N. & House A.S., 1956
Studies of formants transitions using a vocal tract analog. *Journal of the Acoustical Society of America*, 28 (4), 578-585.
- Stevens K. N., House A.S., 1963
Perturbation of vowel articulations by consonantal context: An acoustical study. *Journal of Speech and Hearing Research*, 6, 111-128.
- Stevens K.N. & Blumstein S.E., 1978
Invariant cues for place of articulation in stop consonants. *Journal of the Acoustical Society of America*, 64 (5), 1358-1368.
- Stevens K.N. & Blumstein S.E., 1981
The search for invariant correlate of phonetic features. In P. Eimas & J. Miller (Eds.). *Perspectives of the study of speech*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1-38.
- Stoel-Gammon C., 1985
Phonetic inventories, 15-24 months: a longitudinal study. *Journal of Speech and Hearing Research*, 28, 505-512.
- Stoel-Gammon C., 1992a
Research on phonological development: recent advances. In *Phonological development: models, research, implications*. Ferguson C.A., Menn L. & Stoel-Gammon C. (Eds.). Timonium, York Press, 273-282.
- Stoel-Gammon C. 1992b
Prelinguistic vocal development: measurements and predictions. In *Phonological development: models, research, implications*. Ferguson C.A., Menn L. & Stoel-Gammon C. (Eds.). Timonium, York Press, 439-456.
- Stoel-Gammon C. & Buder E.H., 1998
Effects of postvocalic voicing on the duration of high front vowels in Swedish and American English: Developmental data. *Proceeding of the Acoustical Society of America*, 103 (5), 3091-3091.

- Stoel-Gammon C. & Buder E.H., 1999
Vowel length, post-vocalic voicing and VOT in the speech of two-year-olds. *14th International Congress of Phonetics sciences ICPbS*, San Francisco, 1-7, 2484-2488.
- Stoel-Gammon C., Buder E.H. & Kehoe M.M., 1995
Acquisition of vowel duration: a comparison of Swedish and English. In K. Elenius and P. Branderud (Eds.), *Proceedings of the XIIIth International Congress of Phonetics sciences (vol 4.)*, Stockholm: KTH and Stockholm University Press, 30-37
- Stoel-Gammon C., Williams K. & Buder E., 1994
Cross-language differences in phonological acquisitions: Swedish and American /t/. *phonetica*, 51, 146-158.
- Studdert-Kennedy M., 1987
The phoneme as a perceptuomotor structure. In A. Allport, D. MacKay, W. Prinz & E. Scheerer (Eds.), *Language perception and production*. London, Academic Press, 67-84.
- Subtenly J., Worth J. & Sakuda M., 1966
Intraoral pressure and rate of flow during speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, 9, 498-518.
- Suen C.-Y. & Beddoes M.P., 1974
The silent interval of stop consonants. *Language and Speech*, 17, 126-134.
- Suga N., O'neill W.E., Kujirai K. & Manabe T., 1983
Specificity of combination-sensitive neurons for processing of complex biosonar signals in auditory cortex of the mustached bat. *Neurophysiology*, 49, 1573-1627.
- Sundberg U., Lacerda F., 1999
Voice Onset Time in speech to infants and adults. *Phonetica*, 56, 3-4.
- Suomi K., 1980
Voicing in English and Finnish stops. Publications of the Department of Finnish and General Linguistics of the University of Turku 10. Ph.D. Dissertation.
- Surwillo W. W., 1973
Choice reaction time and speed of information processing in old age. *Perceptual and Motor Skills*, 36, 321-322.
- Surwillo W.W., 1977
Developmental changes in the speed of information processing. *Journal of Psychology*, 86, 97-102.
- Sussman H.M., 1989
Neural coding of relational invariance in speech: human language analogs to the barn owls. *Psychological Review*, 96, 631-642.
- Sussman H.M., 1999
A neural mapping hypothesis to explain why velar stops have an allophonic split. *Brain and Language*, 70, 294-304.
- Sussman H.M., Duder C., Dalston E. & Cacciatore A., 1999
An acoustic analysis of the development of C-V coarticulation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42, 1080-1096.

- Sussman H.M., MacNeilage P.F. & Hanson R., 1973
Labial and mandibular movement dynamics during the production of bilabial stop consonants: Preliminary observations. *Journal of speech and Hearing Research*, 16, 397-420.
- Sussman H.M., Bessel N., Dalston E. & Majors T., 1997
An investigation of stop place of articulation as a function of syllable position: a locus equation perspective. *Journal of the Acoustical Society of America*, 101 (5), 2826-2838.
- Sussman H.M., Mccaffrey H.A. & Matthew S.A., 1991
An investigation of locus equations as a source of relational invariance for stop place categorization. *Journal of the Acoustical Society of America*, 90 (3), 1309-1325.
- Sussman H.M., Hoemeke K. & Ahmed F., 1993
A cross linguistic investigation of locus equations as a relationally invariant descriptor for place of articulation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 94 (3), 1256-1268.
- Sussman H.M. & Shore J., 1996
Locus equations as phonetic descriptors of consonantal place of articulation. *Perception and Psychophysics*, 58, 936-946.
- Sussman H.M., Fruchter D. & Cable A., 1995
Locus equations derived from compensatory articulation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 97 (5), 3112-3124.
- Sussman H.M., Fruchter D., Hilbert J. & SIROSH J., 1998a
Linear correlates in the speech signal: the orderly output constraint. *Behavioral and Brain Sciences*, 21 241-299.
- Sussman H.M., Dalston e. & Gumbert S., 1998b
The effect of speaking style on a locus equation characterization of stop place of articulation. *Phonetica*, 55, 204-225.
- Sussman J. & Chapman K., 1995
Acoustic analysis of speech: a research study. *Presented at Cranifacial update: Interdisciplinary advances*, Craniofacial center of Western New York, Buffalo, NY.
- Sussman N. M., 1985
Corporate re-entry: a comparative look at returning home. *Paper presented at the Japan Psychological Association*, Tokyo, Japan.
- Suzuki N., 1989
Clinical application of EPG to Japanese cleft palate and glossectomy patients. *Clinical linguistics and phonetics*, 3, 127-136.
- Tabain M., 1998a
Consistencies and inconsistencies between EPG and locus equation on DATA on coarticulation. *5th International Conference on Spoken Language Processing*.
- Tabain M., 1998b
Coarticulation in CV syllables: a locus equation and EPG perspective. *Proceedings of the 16th International Congress on Aoustics and the 135th Meeting of the Acoustical society of America*, 2003-2004.

Tabain M., 2002

Voiceless consonant and locus equations: a comparison with electropalatographic data on coarticulation. *Phonetica*, 59, 20-37.

Tabain M. & Butcher A., 1999

Stop consonants in Yanyuwa and Yindjibarndi : locus equation data. *Journal of Phonetics*, 27, 333-357.

Takahashi K., 1986

Acoustical evaluation of Japanese lateral misarticulation. *Journal of Japanese Cleft Palate Association*, 11, 178-193.

Tarlow A. J., 1974

The effect of velopharyngeal inadequacy on certain segmental and suprasegmental aspects of speech. Unpublished Ph.D. Dissertation, University of Wisconsin. 238 p.

Tees R. & Werker J., 1984

Perceptual flexibility: maintenance or recovery of the ability to discriminate non-native speech sounds. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 38 (4), 579-590.

Templin M. & Darley F., 1969

The tremplin-Darley tests of articulation. *Bureau of Educational Research and Service Extension Division*, State University of Iowa, Iowa City.

Thibault C., Vernel-Bonneau F., 1999

Les fentes faciales, Masson ed., collection orthophonie.

Thom S.A., Hoit J.D., Hixon T.J, Smith A.E., 2005

Velopharyngeal function during vocalization in infants. *Cleft-Palate Craniofacial Journal*, 43 (5), 539-546.

Thompson A.E. & Hixon T.J., 1979

Nasal air flow during normal speech production. *Cleft Palate Journal*, 16, 412-420.

Tingley B. M. & Allen G.D., 1975

Development of speech timing control in children. *Child Development*, 46, 186-194.

Titze I.R., 1994

Principles of voice production, Prentice Hall (currently published by NCVS.org).

Trost J., 1981

Articulatory additions to the classical description of persons with cleft palate. *Cleft Palate Journal*, 18, 230-239.

Trost J.E., 1981

Articulatory additions to the classical description of the speech of persons with cleft palate. *Cleft Palate Journal*, 18, 193-203.

Trost-Cardamone J.E., 1990

The development of speech: assessing cleft palate misarticulations. In Kernaban DE, Rosenstein SW, eds. *Cleft lip and palate: A System of management*. Baltimore: Williams and Wilkins, 227-235.

Turvey M.T., 1990

Coordination. *American Psychologist*, 45, 938-953.

- Turnbaught K., Hoffman P., Daniloff R. & Asher R., 1985
Stop-vowel coarticulation in 3-year-old, 5-year-old, and adult speakers. *Journal of the Acoustical Society of America*, 77 (3), 1256-1257.
- Vandrebeck V., Noirit E., Puech M., Lauwers F., Galinier P., Woisard V., 2009
Impact de l'obturation des fistules palatine sur la qualité de la parole dans les fentes palatine. *Communication lors des 3^{ème} journées de phonétique clinique*, Aix en Provence.
- Van Demark D.R., 1964
Misarticulations and listener judgements of the speech of individuals with cleft palate. *Cleft Palate Journal*, 1, 232-245.
- Van Demark D.R. & Van Demark A., 1970
Speech and socio-vocational aspect of individuals with cleft palate. *Cleft Palate Journal*, 7, 284-299.
- Van Demark D.R., 1974
Assessment of articulation for children with cleft palate. *Cleft Palate Journal*, 11, 200-208.
- Van Demark D.R., Hardin M.A., 1985
Longitudinal evaluation of articulation and velopharyngeal competence of patients with pharyngeal flaps. *Cleft Palate Journal*, 22, 163-172.
- Van Den Berg J., 1988,
The perception of voicing in Dutch two-obstruent sequences. Ph.D. dissertation, Catholic University Nijmegen, Nijmegen.
- Van Den Berg J., 1962
Modern research in experimental phonetics. *Folia Phoniatrica*, 14, 81-149.
- Van Hattum R. & Worth J., 1967
Air flow rates in normal speakers. *Cleft Palate Journal*, 4, 137-147.
- Van Riper C. & Irwin J.V., 1961
Voice and Articulation, Third Printing. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, Inc.
- Vaxelaire, 1993
Étude comparée des effets des variations de débit-lent, rapide- sur les paramètres articulatoires, à partir de la cinéradiographie (sujets français), Thèse de doctorat Nouveau Régime, 533 p.
- Vaxelaire B., 1995a
Single vs. double (Abutted) consonants across speech rate. X-Ray and acoustic data for French. *XIIIe Congrès International des Sciences Phonétiques (ICPhS)*, Stockholm, Suède, 1, 384-387.
- Vaxelaire B., 1995b
Geometric and temporal constraints in the production of French consonant sequences. X-ray and acoustic data for French. In *Proceedings of the 4th European Conference on Speech Communication and Technology*, 2, 1285-1288.
- Vaxelaire B. & Sock R., 1996
A cineradiographic and acoustic study of velar gestures in French consonant sequences as a function of speech rate. In *Proceedings of the 4th Speech Production Seminar*, 65-68.

Vaxelaire B., 1996

La notion de contexte en phonétique : un aperçu. *Scolia* (Sciences Cognitives, Linguistique et Intelligence Artificielle) 6 : Contexte(s), Publication de l'UMR du CNRS "LANDISCO" et de l'Université des Sciences Humaines de Strasbourg, 87-101.

Vaxelaire B., 2007

Le geste et la production de la parole Résultats et implications d'études quantitative cinéroradiographiques, Habilitation à Diriger des Recherches, Université Marc Bloch, Strasbourg II, 133 pages.

Vaxelaire B., Hecker V., Sock R., 2002

La perception auditive de gestes vocaliques anticipatoires. *24e Journées d'Études sur la Parole de l'Association Francophone de la Communication Parlée (Journée Étude Parole de l'AFCP)*, Nancy, 109-112.

Veau V., 1931

Division palatine. Anatomie. Chirurgie. Phonétique - Masson & Cie, Paris.

Vihman M.M., 1992

Early syllables and the construction of phonology. In *Phonological development. Models, research, implications*. Ferguson C.A., Menn L. & Stoel-Gammon C. (Eds.). Timonium, York Press, 393-422.

Vihman M.M., 1996

Phonological development: the origins of language in the child. Blackwell, Cambridge.

Vincent C., Mercier J.M. & David A., 2008

Fente palatine et syndrome de Williams. *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-faciale*, 109 (1), 44-47.

Wakumoto M., 1989

Quantitative technique for evaluation of Japanese misarticulation: acoustical characteristics of Japanese palatalized articulation. *Journal of Japanese Cleft Palate Association*, 14, 21-43.

Wardill W.E.M., 1937

Technique of operation for cleft palate. *British Journal of Surgery*, 25, 117-130

Warren D.W., 1967

Nasal emission of air and velopharyngeal function. *Cleft Palate Journal*, 4, 148-156.

Warren D.W., 1982

Aerodynamics of Speech. In N.J. Lass, L.V. McReynolds, J.L. Northern, and D.E. Yoder (eds), *Speech, Language, and Hearing*, 1: Normal Processes, Philadelphia: W.B. Saunders Co, 219-245.

Warren D.W., 1985

Regulation/control of speech aerodynamics. *ASHA*, 27, 111.

Warren D.W., 1986

Compensatory speech behaviours in individuals with cleft palate: a regulation/control phenomenon. *Cleft Palate Journal*, 23, 251-260.

Warren D. W., 1987

A quantitative technique for assessing nasal airway impairment. *American Journal of Orthodontics*, 86, 306-316.

- Warren D.W. & Dubois A.B., 1964
A pressure-flow technique for measuring velopharyngeal orifice area during continuous speech. *Cleft Palate Journal*, 1, 52-71.
- Warren & Ryan W.E., 1967
Oral port constriction, nasal resistance, and respiratory aspects of cleft palate speech. *Cleft Palate Journal*, 4, 38-46.
- 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, 391-401.
- Warren D. W., Dalston R. M. & Mayo R., 1993
Hypernasality in the presence of "adequate" velopharyngeal closure. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 30, 150-154.
- Warren D. W., Dalston R. M., Trier W.C. & Holder M.B., 1985
A pressure-flow technique for quantifying temporal pattern of palatopharyngeal closure. *Cleft Palate Journal*, 22, 11-19.
- Warren D.W., Dalston R.M. & Dalston E.T., 1989a
Maintaining speech pressures in the presence of velopharyngeal impairment. *Cleft Palate Journal*, 27, 53-58.
- Warren D.W., Hairfield W.M. & Dalston E.T., 1989b
The relationship between nasal airway size and nasal-oral breathing in cleft lip and palate. *Cleft Palate Journal*, 27, 46-51.
- Warren D.W., Hall D.J. & Davis J., 1981
Oral port constriction and pressure-airflow relationships during sibilant productions. *Folia Phoniatrica*, 33, 380-394.
- Wasz-Hockert O., Lind J., Vuorenkoski V., Partanen T. & Valanne E., 1968
The infant cry: a spectrographic and auditory analysis. Clinics in Developmental Medicine, 29. London, England: Heinemann.
- Watkin K. & Fromm D., 1984
Labial co-ordination in children; preliminary considerations. *Journal of the Acoustical Society of America*, 75 (2), 629-32.
- Watson B.C. & Alfonso P.J., 1982
Comparison of LRT and VOT between stutterers and nonstutterers. *Journal of Fluency Disorders*, 7, 219-241.
- Watson B.C. & Alfonso P.J., 1983
Foreperiod and stuttering severity effects on acoustic laryngeal reaction time. *Journal of Fluency Disorders*, 8, 189-205.
- Watson B.C. & Alfonso P.J., 1987
Physiological bases of acoustic LRT in nonstutterers, mild stutterers, and severe stutterers. *Journal of Speech and Hearing Research*, 30 (4), 434-447.

- Weismer G. & Elbert M., 1982
Temporal characteristics of “functionally” misarticulated /s/ in 4- to 6-year-old children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 25, 275-287.
- Werker J.F. & Lalonde C.E., 1988
Cross-language speech perception: initial capabilities and development change. *Developmental Psychology*, 24, 672-683.
- Werker J.F. & Polka L., 1993
Developmental changes in cross-language speech perception: new challenge and new directions. *Journal of Phonetics*, 21, 83-101.
- Werker J.F., Gilbert J.H.V., Humphrey K. & Tees R.C., 1981
Developmental aspects of cross-language speech perception. *Child development*, 52, 349-353.
- Werker J.F., Lloyd V.L., Pegg J.E. & Polka L., 1996
Putting the baby in the bootstraps: toward a more complete understanding of the role of the input in infant speech processing. In Morgan, Demuth, *Signal to syntax: bootstrapping from speech to grammar in early acquisition* (Erlbaum, Mahwah).
- Westbury J. R., 1983
Enlargement of the supraglottal cavity and its relation to stop consonant voicing. *Journal of the Acoustical Society of America*, 73 (4), 1322-1336.
- Whalen D.H., 1984
Subcategorical mismatches slow phonetic judgments. *Perception & Psychophysics*, 35, 49-64.
- Whalen D.H., Levitt A.G., Hsiao P. & Smorodinsky I., 1994
Intrinsic IFO vowels in the babbling of 6-9 and 12 months old French and learning English infants. *Haskins Laboratories Status Report on Speech Research*, 117-118, 15-24.
- Whitehill T., Stokes S., Hardcastle W.J. & Gibbon F., 1995
Electropalatographic and perceptual analysis of the speech of Cantonese children with cleft palate. *European Journal of Disorders of Communication*, 30, 193-202.
- Willadsen E., Enemark H., 2000
A comparative study of prespeech vocalization in two groups of toddlers with cleft palate and a noncleft group. *Cleft-Palate Craniofacial Journal*, 37 (2), 172-178.
- Wilson M.E., 1972
A ten year survey of cleft lip and palate in the Southwest region, *British Journal of Plastic Surgery*, 25, 224-228.
- Winitz H., Scheib M. & Reeds J., 1972
Identification of stops and vowels for the burst portion of /ptk/ isolated from conversational speech. *Journal of the Acoustical society of America*, 51 (4), 1309-1317.
- Witzel M.A., 1995
Communicative impairment associated with clefting. In: Shprinzen R.J., Bardach J.(Eds.). *Cleft Palate Management: A Multidisciplinary Approach*, Saint Louis, M.O.: Mosby, 138-166.
- Yamashita B.A. & Michi D.D.S., 1991
Misarticulation caused by abnormal lingual-palatal contact in patients with cleft palate with adequate velopharyngeal function. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 28 (4), 360-366

- Yamashita B.A., Suzuki N., Michi K. & Ueno T., 1981
Lateral articulation in cleft palate: observation of the tongue movement by use of dynamic platography. *Journal of Japanese Cleft Palate Association*, 6, 8-29.
- Yeni-Komshian G.H. & Soli S.D., 1981
Recognition of vowels from information in fricatives: perceptual evidence of fricative-vowel coarticulation. *Journal of the Acoustical society of America*, 70 (4), 966-975.
- Yuen I., Lee A., Gibbon F., 2007
Lingual contact in selected English vowels and its acoustic consequences. *Proceedings of the 16th International Congress of Phonetic Sciences*, Saarbrücken, Deutschland, 565-568.
- Zajac D.J. & Hackett A.M., 2002
Temporal characteristics of aerodynamic segments in the speech of children and adults. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 39 (4), 432-438.
- Zajac D.J., 2000
Pressure-flow characteristics of /m/ and /p/ production in speakers without cleft palate: developmental findings. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 37 (5), 468-477.
- Zue V., 1976
Acoustic characteristics of stop consonants: a controlled study. Ph. D. dissertation, M.I.T. (unpublished).

Webographie

- Cheik Oumar Diakité, Les fentes labio-palatines à l'hôpital Gabriel Touré (2006) <http://www.keneya.net/fmpos/theses/2006/med/pdf/06M73.pdf>, [consulté le 5/10/2008]
- Cours en ligne, Université médicale virtuelle francophone, <http://umvf.univ-nantes.fr/chirurgie-maxillo-faciale-et-stomatologie/poly-chirurgie-maxillo-faciale-et-stomatologie.pdf>, [consulté le 15/05/2009 et le 26/07/2011]
- Doray B., Fédération de génétique, Registre de malformations congénitales, Alsace, http://udsmmed.ustrasbg.fr/emed/courses/MODULE023/document/Fentes_Faciales_NB.pdf?cidReq=MODULE023, [consulté le 19/08/2011]
- International Confederation for Plastic and Reconstructive Surgery, 1968, <http://www.ipras.org/>, [consulté le 26/02/2007]
- Witt P.D. (MD) , Department of Surgery and Pediatrics, University of California San Francisco; Medical Director, Department of Pediatric Plastic Surgery, Children's Hospital Central California, Fresno Plastic Surgery for Cleft Palate, 2008 : <http://emedicine.medscape.com/article/1280866-overview>, [consulté le 14/01/2009]
- El Sahi, The modified Striped Y, a systematic Classification for Cleft Lip and Cleft Palate, <http://digital.library.pitt.edu/c/cleftpalate/pdf/e20986v10n3.05.pdf>, [consulté le 25/02/2006]
- Oberlin C., Vacher C. & Berthelot J.L., Précis d'anatomie, 11^{ème} édition, Anatomie des membres - Ostéologie du thorax et du bassin - Anatomie de la tête et du cou <http://www.informationhospitaliere.com/dicoanatomie.php>, [consulté le 26/09/2011]
- Bomszyk E., Bomszyk A., Garman S., Kane,A., Kroner P., and Schram S. 2001, <http://homepages.cae.wisc.edu/~bmedesgn/fall01/cleft/Deliverables/400midsemester%202.3.1.pdf>

Tamplin-Darley : <http://www.kean.edu/~mshulman/documents/Templin-Darley.pdf>, [consulté le 19/10/2010]

Wood, S., sur le site : <http://www.ling.lu.se/persons/Sidney/praate/wavformedform.html>
[http://www.informaworld.com/smpp/title~db=all~content=t713713058~tab=issueslist~branches=18 - v18](http://www.informaworld.com/smpp/title~db=all~content=t713713058~tab=issueslist~branches=18-v18), (cité dans Canault, 2007)

Index des auteurs

- Abdelli-Beruh, 129, 130, 132, 133, 134, 447
 Abe, 98, 447
 Abramson, 130, 132, 137, 138, 192, 193, 432, 434, 472
 Abry, 177, 179, 180, 192, 193, 199, 382, 392, 393, 416, 441, 447, 452, 484, 485
 Åbyholm, 91, 447
 Ackerman, 124, 447
 Adams, 142, 447
 Agnello, 142, 144, 192, 193, 206, 432, 447
 Al-Bamerni, 49
 Albery, 88, 447
 Albery, 89, 109, 447
 Alfonso, 142, 495
 Allen, 120, 124, 146, 170, 476, 492
 Amaratunga, 91, 448
 Amerman, 170, 448
 Aslin, 136
 Aubin, 19, 50, 53, 429, 435, 448
 Autessere, 447
 Backus, 101, 448
 Bamerni, 49, 154, 164, 436, 449
 Baran, 137, 448
 Barrera, 447
 Barton, 135, 141
 Baylon-Campillo, 63, 71, 448, 477, 548, 551, 553, 563
 Beauteemps, 448
 Béchet, 434, 437, 438, 441, 448
 Beddoes, 131, 132, 490
 Belasco, 127, 448
 Beller, 175, 449
 Bellis, 121, 449
 Benoit, 144, 447, 487
 Bernthal, 94, 147, 449
 Best, 136, 152, 449
 Beukelman, 94, 147, 455
 Blade, 123
 Bladon, 49, 154, 164, 436, 449
 Blake, 77, 449
 Blank, 92
 Bleile, 77, 483
 Bloom, 67, 449
 Blumstein, 29, 30, 41, 42, 155, 156, 449, 470, 489
 Boč, 179, 441, 447, 450, 476, 483, 484, 485
 Bomsztyk, 64, 497
 Borel-Maisonny, 18, 62, 480, 549, 556, 450
 Bosma, 67, 68, 487, 450
 Boysson-Bardies, 77, 136, 552, 449, 450, 458
 Brancazio, 156, 158, 164, 165, 166, 326, 450, 459
 Bremner, 91, 477
 Broder, 84, 450
 Broen, 89, 90, 450
 Brondsted, 101
 Brooks, 102, 146, 450
 Browman, 25, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 434, 450, 451, 484, 484
 Bruner, 120, 451
 Brunner, 423, 428, 440, 451
 Buder, 140, 489, 490
 Butcher, 161, 492
 Byrd, 162, 451, 484
 Byrne, 88, 451
 Bzoch, 88, 99, 100, 472, 475, 479, 549, 551, 552, 556, 559, 560
 Calnan, 63, 72, 451, 459
 Canault, 77, 78, 135, 196, 451
 Caramazza, 131, 451
 Carré, 178, 452, 477, 485
 Casagrande, 130, 452
 Cellina, 53, 435
 Chapman, 42, 79, 84, 85, 105, 106, 109, 484, 491, 452, 463
 Charles-Luce, 132
 Chen, 127, 128, 131, 452
 Chomsky, 35, 127, 452
 Christovich, 120, 468
 Cole, 170, 453, 470
 Combes, 105, 453
 Cooper, 124, 136, 455, 471, 453, 464, 471
 Coplan, 84, 453
 Counihan, 94, 99, 102, 146, 453, 457
 Crampin, 42, 91, 107, 109, 434, 436, 460
 Croatto, 65, 66, 451, 459, 462, 479, 481, 483, 485, 553, 453
 Croatto Martinoli, 65, 66, 479, 483
 Crystal, 118, 119, 132, 453, 454
 Curtin, 106, 560
 Curtis, 147
 Dalston, 89, 93, 94, 95, 100, 102, 112, 454, 476, 490, 491, 495
 Damsté, 65
 Daniloff, 46, 97, 120, 170, 448, 454, 493
 Darcy, 130
 Darley, 89, 477, 487, 492, 498
 Darlm, 71
 Davis, 36, 63, 73, 77, 78, 166, 475, 483, 495, 455, 488
 Delattre, 127, 131, 154, 155, 177, 442, 455, 458, 471, 463
 Delong, 88, 483
 Demarquay, 63, 545
 Dent, 106, 107, 462, 455
 Dickson, 146, 147, 456
 Disimoni, 146, 120, 456
 Docherty, 144, 456
 Dorf, 106, 456, 549, 560
 Dorman, 177, 456
 Dotevall, 151
 Dubois, 99, 495
 Dubral, 146
 Duez, 7, 142, 160, 163, 456
 Dufresne, 91
 Dyson, 105, 457
 Eckert, 121
 Edwards, 98, 106, 457
 Egushi, 170, 457
 Eichorn, 121
 Eimas, 137, 138, 489, 559, 457
 Elbert, 125, 427, 496
 Eliason, 84, 483
 Emanuel, 94
 Emanuel, 99, 457
 Endgstrand, 30
 Enemark, 70, 71, 496
 Engstrand, 42, 159, 160, 457, 472
 Enstrand, 157, 458
 Espesser, 173, 478
 Fairbanks, 127
 Falch'Hun, 193
 Fant, 97, 137, 138, 154, 159, 170, 458, 478, 488
 Farnetani, 49, 162, 458, 482
 Farwel, 169
 Ferguson, 169, 458, 474, 479, 488, 489, 494
 Fernald, 136
 Fisher-Jorgensen, 132, 170
 Foley, 98, 478

- Folkins, 123, 170, 427, 486, 458, 465, 466, 469
 Forner, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 126, 143, 145,
 146, 147, 148, 150, 170, 231, 434, 459, 466
 Fougeron, 175, 459
 Fowler, 18, 25, 34, 35, 40, 45, 46, 47, 48, 120, 154, 156, 157,
 158, 161, 164, 165, 166, 178, 326, 434, 436, 450, 459
 Froeschels, 66, 520, 459
 Fromm, 170, 483, 495
 Fry, 35, 459
 Fujimura, 40, 459
 Gaitenby, 196
 Gay, 42, 473, 460
 Gendrot, 175, 460
 Gerosa, 120, 427, 460
 Gibbon, 32, 42, 91, 98, 107, 109, 321, 434, 436, 460, 462,
 463, 496, 455, 460, 461, 497
 Gilbert, 68, 121, 496
 Giulivi, 77
 Gleason, 84
 Golding-Kushner, 107
 Goldstein, 25, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 434, 450, 451, 481,
 484
 Goodell, 166, 167, 168, 461
 Graham, 98, 480
 Grant, 146, 482, 483
 Green, 42, 476
 Gregoire, 77, 461
 Grunwell, 79, 84, 88, 89, 102, 104, 105, 106, 107, 447, 461,
 463, 483, 485
 Guenther, 25, 32, 41, 437, 461, 462, 480
 Gutzman, 66
 Ha, 203, 282
 Haapanen, 88
 Hackett, 149, 151, 497
 Halle, 35, 127, 136, 462
 Hamlet, 91
 Hammarberg, 46, 120
 Hanson, 128, 129, 142, 462, 491
 Hardcastle, 32, 46, 97, 98, 106, 107, 162, 458, 460, 462, 463,
 472, 473, 474, 482, 496
 Hardin, 17, 79, 80, 81, 84, 88, 89, 109, 480, 493
 Harding, 79, 84, 104, 105, 107, 109, 485
 Hardin-Jones, 17, 79, 80, 81, 89, 480
 Harkins, 74
 Harmegnies, 7, 175, 463
 Harris, 39, 449, 463, 471
 Hawkins, 146, 481
 Henningsson, 91, 92, 549, 560
 Heyden, 142
 Hirsch, 8, 142, 176, 432, 448
 Hirschman, 142, 488
 Hirst, 170
 Hixon, 67, 68, 69, 98, 99, 100, 149, 492
 Ho, 142, 464
 Hodge, 167, 168, 464
 Hodson, 105
 Honjow, 110
 Hoops, 147, 483
 House, 41, 118, 127, 132, 140, 154, 173, 428, 489
 Hsu, 68
 Hutters, 101
 Irwin, 101, 493
 Isberg, 91, 92, 549
 Isshiki, 110
 Jackson, 91, 178, 381, 465, 480, 486
 Jacob, 429, 450
 Javkin, 127, 128
 Johnston, 91, 483
 Jones, 151, 462, 463
 Juszczak, 138
 Kalbfleisch, 89, 90
 Kaplan, 63
 Karling, 88, 89, 91, 92, 465
 Karnell, 93, 466, 480
 Katz, 167, 466
 Keating, 49, 126, 140, 144
 Keefe, 100
 Kelso, 49
 Kent, 67, 68, 98, 99, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125,
 126, 143, 146, 147, 148, 150, 167, 170, 231, 427, 434,
 462, 466, 467
 Kern, 77
 Kernahan, 63, 72, 73, 74, 486, 492
 Kewley-Port, 138, 154, 158, 177, 467
 Kieffer, 82, 83, 145, 589, 590
 Klatt, 118, 119, 128, 132, 147, 155, 160, 192, 193, 206, 479
 Kluender, 33, 127, 132, 468
 Koenig, 135, 139, 468
 Kohler, 132
 Konopczynski, 77
 Kornhuber, 124
 Koul, 74, 468
 Koupernick, 71
 Kozhevnikov, 120, 468
 Krause, 88, 92
 Krull, 138, 154, 155, 159, 160, 163, 282, 457, 458, 468, 469
 Kuehn, 42, 93, 100, 151
 Kuhl, 136, 139
 Kussmaul, 66, 520
 Labov, 43, 469
 Lacerda, 136, 137, 160, 434, 471, 490
 Ladefoged, 31, 131, 434, 488
 Laeuffer, 131, 132
 Lagarde, 124, 470
 Lahiri, 155, 470
 Laine, 96
 Lalonde, 136, 496
 Langue, 77, 462
 Larivière, 170
 Larouche, 143
 Lawrence, 98, 102, 152, 282, 449, 450, 459, 475
 Lee, 121, 427
 Leeper, 67, 149
 Lehiste, 118, 119, 127, 128, 147, 154, 159, 470, 480
 Levitt, 78, 496
 Liberman, 25, 29, 33, 39, 40, 41, 50, 158, 170, 171, 172, 193,
 328, 429, 435, 437, 455, 471, 485, 548, 167
 Lindblom, 25, 27, 30, 33, 34, 41, 42, 43, 44, 45, 100, 120,
 155, 156, 157, 159, 160, 172, 175, 177, 251, 282, 283,
 381, 428, 435, 437, 439, 471, 472, 473, 476, 477, 479,
 488
 Lindgreen, 43
 Lindsay, 91
 linguistique, 20
 Lisker, 127, 128, 130, 132, 137, 138, 192, 193, 432, 434, 472
 Liu, 72, 73, 472
 Locco, 142
 Locke, 35, 77
 Lofqvist, 53, 434
 Löfqvist, 48, 282, 487
 Lohmander-Agerskov, 81, 89
 Looper, 69
 Lubker, 99, 473
 Luce, 132
 Lynch, 80, 474, 479
 Mächenry, 474
 Machida, 99, 474
 Macken, 135, 138, 141, 474

- Mackler, 147, 495,
 MacNeilage, 36, 42, 43, 78, 128, 129, 166, 177, 466, 471,
 475, 479, 77, 78, 475, 483, 491
 Maddieson, 78, 474
 Maeda, 179, 450, 474, 476,
 Malsheen, 137, 474
 Mani, 150, 474
 Marchal, 46, 458, 472, 473, 474, 478
 Marino, 90, 474
 Martin, 105, 164, 475, 487
 Martinez, 63, 71, 477, 481, 551
 Martinoli, 65
 Mattingly, 25, 33, 39, 40, 41, 158, 429, 437, 450, 471, 472,
 548
 McClean-Muse, 170
 McFarland, 61
 McHenry, 151
 McKerns, 100
 McLean-Muse, 124, 427
 McWilliams, 32, 79, 84, 101, 102, 105, 106, 112, 146
 Meffert, 42
 Ménard, 430, 476, 485
 Menn, 166, 476, 489, 494
 Metz, 127, 476
 Michi, 91, 96, 97, 98, 476, 496, 497
 Millard, 476, 543, 562
 Minifie, 120, 170
 Minsley, 95, 476
 Modarresi, 171, 476, 157, 178
 Molis, 157, 477
 Moll, 42, 98, 99, 120, 170, 454, 466, 477, 487
 Montoya, 63, 71, 477, 551, 448
 Moon, 159, 472, 477
 Morley, 91, 98, 106, 477
 Morris, 42, 86, 87, 88, 99, 104, 105, 146, 457, 475, 476, 477,
 480, 487, 542, 549, 559, 560
 Mryati, 178
 Munhall, 35, 47, 479, 484
 Murray, 68, 72, 467, 477
 Musgrave, 91, 477
 Nathanson, 68, 487
 Nearey, 154, 477
 Netsell, 68, 149, 477, 478
 Netter, 61, 475
 Nguyen, 7, 96, 173, 478
 Nittrouer, 166, 167, 168, 169, 171, 478
 Nord, 42, 160, 478
 Nusbaum, 98, 449, 478
 Ohala, 118, 119, 128, 129, 478, 479
 Öhman, 33, 42, 154, 170, 479
 Oller, 68, 80, 166, 474, 479
 Oneal, 91, 92, 479
 Oviatt, 136, 479
 Ozanne, 42, 86, 87, 88, 104, 105, 477
 Paden, 105
 palais, 13
 Paltan, 146
 Passavant, 66, 479, 590
 Pegg, 136, 480, 496
 Perckell, 25, 27, 32, 41, 423, 437, 440, 462, 480
 Peterson, 81, 89, 92, 98, 109, 127, 128, 154, 159, 470, 480
 Peterson-Falzone, 81, 89, 92, 98, 109, 480
 Philips, 98, 101, 102, 112, 475, 549, 152, 282
 Pinborough-Zimmerman, 91
 Poch-Olive, 175
 Podvinec, 66, 481, 590
 Polka, 136, 496
 Port, 135, 146, 451, 481
 Pouplier, 37, 481
 Power, 97
 Powers, 88, 102, 105, 152, 282, 481, 487
 Preston, 135, 146, 481
 Prosek, 142, 481
 Quiqley, 99
 Randall, 92, 482
 Raphael, 131, 132, 134, 456, 482
 Recasens, 46, 49, 154, 163, 164, 172, 436, 482
 Redford, 77, 483
 Repp, 167, 483
 Richie, 73
 Richman, 78, 84, 483, 450, 457
 Rimac, 126, 483
 Riordan, 128, 129
 Riski, 88, 483
 Ritchie, 63
 Robb, 77, 123, 126, 483
 Roentgen, 65, 483
 Rolnick, 147, 483
 Ross, 91, 483, 543
 Russell, 105, 449, 483
 Ryalls, 143, 483
 Ryan, 146, 495
 Saltzman, 18, 25, 35, 36, 40, 45, 47, 48, 120, 434, 459, 483,
 484
 Santelmann, 91, 109, 152, 434, 484
 Sasaki, 67, 68, 484
 Savariaux, 42, 176, 484
 Saxman, 126, 483
 Schatz, 170, 484
 Scheier, 65, 484, 555
 Scherer, 81, 89, 90, 484
 Schmahmann, 124, 484
 Schultz, 91, 474, 484
 Schwartz, 34, 73, 74, 180, 437, 484, 485, 179, 441
 Schweiger, 99
 Scott, 170, 453
 Scuri, 66, 485, 520
 Seeman, 66, 520
 Sell, 106, 461, 485
 Serano, 167, 169, 170, 171, 328, 435, 485
 Serniclaes, 177, 178, 452, 485
 Shammas, 154, 477
 Shapiro-Wilk, 135
 Sharf, 128, 485
 Sharkey, 123, 170, 427, 486
 Shelton, 92, 475, 476, 486, 551, 560, 450, 451
 Sherer, 89
 Sherman, 66, 124, 454, 484, 486
 Shprintzen, 78, 79, 461, 486
 Sicher, 146
 Simon, 82, 136, 452, 556
 Siren, 167, 486
 Smith, 73, 74, 119, 120, 123, 124, 125, 126, 140, 146, 147,
 149, 170, 231, 427, 454, 459, 486, 492, 559
 Sock, 7, 19, 20, 28, 29, 39, 45, 50, 51, 53, 54, 83, 144, 188,
 192, 193, 196, 206, 210, 434, 447, 448, 451, 487, 493,
 494
 Spriesterbach, 88, 102, 104, 146, 454, 477, 487, 556
 Stark, 63, 68, 72, 74, 135, 166, 172, 466, 477, 481, 487, 488,
 562
 Starkweather, 142, 448, 488
 Starr, 88, 488
 Stathopoulos, 94, 121, 488
 Stengelhofen, 106, 488
 Stern, 136, 488, 559
 Stevens, 25, 29, 30, 41, 42, 50, 120, 127, 154, 155, 156, 173,
 178, 428, 437, 449, 488, 489
 Stoel-Gammon, 77, 138, 140, 141, 489, 490, 494

- Strange, 152
 Studdert-Kennedy, 35, 166, 167, 168, 169, 177, 450, 456,
 461, 471, 472, 478, 490
 Subtelny, 94, 543
 Suen, 131, 132, 490
 Sundberg, 137, 139, 136, 434, 488, 490
 Suomi, 144, 490
 Sussman, 109, 128, 129, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 161,
 163, 167, 282, 431, 436, 476, 484, 490, 491
 Tabain, 161, 162, 163, 282, 491, 492
 Takahashi, 97, 492
 Tannenbaum, 142, 488
 Tarlow, 147, 148, 492
 Templin, 88, 89, 492, 498
 Thom, 67, 69, 70, 492
 Thompson, 67, 68, 69, 98, 99, 100, 149, 492
 Tingley, 120, 146, 170, 492
 Titze, 150, 492
 Trost, 32, 91, 98, 102, 106, 108, 109, 111, 112, 152, 282,
 492
 Trost-Cardamone, 32, 106, 492
 Turnbaugh, 167
 Turnbaught, 171, 493
 Turvey, 46, 492
 Utman, 78
 Van Demark, 88, 89, 101, 146, 493, 557, 560
 Van den Berg, 98, 193
 Van Hattum, 99, 475, 493
 Van Riper, 101, 493
 Vandrebeck, 92, 493
 Vaxelaire, 7, 19, 20, 50, 51, 83, 119, 159, 210, 443, 448, 451,
 464, 487, 493, 494
 Veau, 60, 62, 63, 72, 189, 494, 523, 524, 537, 538, 545, 555,
 556, 558, 559, 562
 Vihman, 35, 77, 78, 136, 166, 494
 Vincent, 8, 9, 72, 494
 Vinter, 77, 546, 548
 Wakumoto, 97, 494
 Wardill-Kilner, 70, 523, 524
 Warren, 79, 94, 95, 99, 146, 147, 149, 150, 151, 454, 476,
 494, 495
 Wasz-Hockert, 68, 495
 Watson, 142, 457, 461, 495
 Weismer, 94, 125, 488, 496, 427
 Wells, 98, 478
 Werker, 136, 152, 480, 492, 496
 Westbury, 129, 164, 496
 Whalen, 164, 197, 496
 Whitehill, 106, 496
 Whiteside, 122
 Wilcox, 167, 486
 Willadsen, 70, 71, 496
 Wilson, 72, 496
 Winitz, 170, 470, 496
 Witzel, 78, 83, 91, 102, 103, 104, 496
 Worth, 99, 490, 493
 Yamashita, 91, 96, 97, 98, 476, 496, 497
 Yeni-Komshian, 131, 135, 474, 479, 481, 488, 497
 Yuen, 173, 174, 438, 497
 Zajac, 149, 151, 497
 Zue, 170, 497

Index des notions

- acoustiques, 16, 19, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 39, 40, 41, 46, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 65, 68, 83, 93, 97, 102, 107, 109, 120, 121, 122, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 137, 140, 145, 146, 147, 148, 154, 158, 162, 164, 165, 167, 168, 170, 171, 173, 177, 178, 181, 185, 187, 188, 190, 192, 210, 214, 219, 220, 267, 279, 423, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 435, 437, 438, 440, 441, 443, 444, 446, 448, 455, 516, 555, 557, 560, 566
- adaptabilité, 28, 44, 45, 54, 90, 283, 299, 305, 428
- aires d'espaces vocaliques et consonantiques, 622
- articulatoire, 17, 18, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 56, 65, 70, 77, 82, 83, 84, 85, 86, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 102, 104, 107, 109, 112, 113, 125, 127, 128, 135, 137, 140, 143, 145, 146, 154, 158, 161, 163, 166, 168, 169, 171, 172, 173, 176, 177, 178, 179, 193, 203, 220, 283, 293, 294, 299, 309, 328, 331, 333, 337, 374, 375, 382, 389, 397, 399, 402, 405, 406, 414, 416, 419, 423, 424, 427, 428, 429, 431, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 443, 451, 509, 550, 551, 553, 558, 564, 591, 592
- articulatoires, 17, 18, 19, 25, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 53, 54, 55, 66, 79, 82, 84, 85, 88, 89, 90, 93, 96, 97, 98, 101, 107, 108, 109, 112, 115, 117, 120, 125, 127, 128, 130, 134, 143, 146, 148, 149, 152, 153, 157, 159, 162, 164, 165, 167, 168, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 179, 181, 185, 188, 192, 267, 281, 283, 328, 337, 358, 377, 378, 380, 392, 393, 401, 415, 423, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 436, 437, 438, 439, 441, 444, 445, 446, 476, 493, 516, 548, 549, 551, 554, 556, 557, 565, 566, 591
- classification, 72, 73, 74, 75, 76, 189, 193, 451, 463, 467, 486, 487, 509, 554, 557, 558
- Cleft Palate, 74, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 456, 457, 459, 461, 464, 468, 469, 470, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 480, 483, 484, 485, 486, 488, 492, 493, 494, 495, 496, 497
- coarticulation, 12, 18, 21, 25, 34, 40, 42, 45, 46, 48, 49, 99, 100, 114, 115, 120, 126, 153, 154, 155, 156, 157, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 177, 181, 183, 281, 282, 283, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 324, 325, 327, 328, 341, 427, 435, 436, 448, 454, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 466, 468, 469, 473, 475, 477, 478, 479, 480, 482, 483, 485, 486, 490, 491, 492, 493
- compensation, 19, 42, 44, 48, 54, 63, 66, 67, 83, 86, 101, 103, 106, 129, 146, 147, 148, 149, 151, 252, 283, 352, 353, 358, 374, 430, 434, 439, 556, 560, 564, 591
- durées, 21, 51, 53, 82, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 138, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 150, 151, 152, 153, 175, 181, 185, 195, 196, 199, 204, 205, 206, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 279, 336, 342, 344, 345, 347, 348, 350, 351, 352, 356, 357, 358, 361, 362, 364, 365, 367, 368, 373, 432, 433, 434, 439, 509, 510, 511, 512, 514, 517, 529, 530, 622
- équation du locus, 155, 157, 158, 159, 161, 178, 282, 283, 329, 622
- fente palatine, 12, 15, 16, 17, 28, 32, 42, 45, 48, 50, 52, 53, 54, 55, 60, 63, 64, 66, 67, 70, 71, 72, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 111, 112, 113, 117, 123, 126, 127, 129, 134, 138, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 172, 173, 174, 176, 177, 180, 181, 183, 185, 187, 189, 201, 203, 210, 220, 221, 232, 242, 252, 257, 260, 261, 266, 269, 273, 278, 281, 282, 283, 288, 294, 295, 299, 305, 306, 307, 310, 311, 312, 316, 319, 321, 328, 331, 333, 338, 341, 345, 347, 349, 350, 351, 352, 353, 358, 360, 361, 365, 368, 375, 377, 381, 382, 391, 392, 398, 399, 404, 414, 421, 423, 424, 425, 427, 428, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 545, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 561, 562, 565, 566, 591
- gestes, 18, 19, 25, 27, 28, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 54, 56, 106, 108, 109, 113, 128, 130, 134, 135, 139, 140, 145, 146, 148, 154, 159, 164, 166, 167, 171, 175, 179, 210, 214, 251, 279, 281, 283, 286, 293, 294, 327, 328, 401, 423, 428, 429, 430, 431, 432, 434, 436, 438, 440, 441, 445, 452, 467, 494, 524, 552, 558
- occlusives, 3, 12, 17, 18, 21, 29, 53, 66, 70, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 91, 97, 101, 102, 103, 104, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 121, 122, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 145, 146, 152, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 163, 168, 171, 172, 177, 178, 179, 180, 183, 185, 188, 193, 201, 203, 205, 206, 207, 210, 219, 220, 231, 242, 250, 260, 261, 265, 267, 273, 281, 282, 284, 285, 286, 295, 296, 298, 299, 312, 321, 322, 323, 324, 325, 327, 335, 336, 347, 375, 377, 378, 380, 381, 382, 385, 386, 389, 390, 397, 405, 407, 412, 416, 417, 423, 424, 425, 432, 433, 434, 436, 438, 439, 440, 441, 442, 448, 453, 457, 517, 549, 550, 551, 553, 554, 556, 562, 564
- organisation, 15, 20, 29, 34, 35, 38, 41, 46, 50, 51, 52, 54, 83, 131, 135, 139, 148, 164, 166, 169, 429, 430, 444, 464, 466, 487, 552, 559
- perceptives, 18, 19, 25, 27, 28, 33, 34, 68, 101, 136, 146, 151, 170, 429, 430, 550, 559
- perturbation, 13, 51, 377
- réajustement, 28, 42, 83, 93, 111, 134, 176, 251, 394, 398, 433, 444
- stratégies, 16, 18, 19, 28, 42, 51, 54, 83, 91, 93, 95, 97, 104, 107, 109, 113, 114, 126, 127, 129, 138, 139, 148, 151, 152, 169, 172, 173, 176, 177, 181, 210, 220, 235, 251, 261, 267, 281, 286, 288, 295, 299, 327, 331, 333, 358, 375, 377, 378, 382, 399, 400, 415, 424, 427, 428, 429, 430, 431, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 441, 443, 445, 476
- système, 19, 20, 25, 27, 28, 32, 33, 42, 44, 46, 47, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 65, 67, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 90, 91, 93, 94, 95, 100, 104, 105, 110, 126, 136, 137, 148, 149, 151, 152, 153, 169, 173, 180, 214, 398, 429, 430, 431, 434, 435, 436, 443, 444, 445, 517, 520, 547, 548, 549, 550, 552, 553, 556, 557, 558, 559, 561, 562
- variabilité, 11, 19, 23, 25, 27, 28, 32, 37, 41, 42, 43, 49, 53, 54, 55, 56, 72, 93, 107, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 133, 137, 138, 139, 146, 152, 153, 157, 158, 160, 162, 168, 170, 172, 173, 175, 178, 181, 191, 201, 210, 220, 223, 226, 231, 251, 257, 261, 273, 278, 285, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 300, 302, 303, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 327, 328, 329, 338, 339, 342, 345, 346, 348, 350, 351, 354, 358, 361, 362, 365, 366, 368, 372, 375, 377, 382, 386, 387, 388, 390, 391, 392, 394, 395, 397, 398, 399, 400, 402, 403, 405, 406, 408,

- 410, 411, 412, 414, 416, 419, 423, 424, 427, 428, 429,
430, 431, 435, 436, 437, 439, 440, 441, 442, 443, 445,
476, 517, 607, 608
- variabilités, 41, 42, 43, 44, 55, 122, 125, 359, 365, 373, 390
- variables, 32, 33, 34, 35, 36, 42, 44, 45, 53, 54, 56, 65, 94,
101, 108, 117, 118, 119, 121, 124, 136, 143, 145, 146,
152, 153, 163, 170, 172, 174, 207, 255, 287, 288, 337,
381, 392, 399, 439, 441, 469, 473
- vélaires, 29, 63, 65, 67, 84, 91, 97, 100, 102, 105, 106, 109,
112, 113, 138, 139, 147, 148, 152, 153, 155, 157, 158, 159,
161, 168, 170, 220, 287, 288, 289, 293, 296, 322, 323, 324,
325, 327, 328, 425, 434, 435, 436, 439, 453, 547, 548, 555,
556
- viabilité, 19, 32, 43, 50, 52, 53, 54, 56, 119, 250, 390, 424,
429, 430, 431, 432, 441, 443, 444, 516
- VOT, 97, 109, 115, 121, 122, 123, 129, 130, 131, 132, 133,
134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144,
145, 146, 148, 160, 185, 192, 193, 195, 196, 201, 203,
206, 207, 208, 209, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217,
218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228,
229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239,
240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250,
251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 262,
263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273,
274, 275, 276, 277, 432, 433, 434, 435, 447, 452, 468,
469, 476, 490, 495, 509, 510, 511, 512, 517, 529, 553,
554, 555, 622
- VTT, 115, 123, 134, 144, 185, 192, 193, 194, 195, 196, 201,
206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216,
217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227,
228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238,
239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249,
250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260,
261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271,
272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 347, 432, 433, 487,
509, 510, 511, 512, 529, 622
- zones de viabilité, 32, 430

Index des Figures

Figure 1 : Non-linéarité du passage d'un paramètre de commande articuloire à un paramètre de sortie acoustique dans le paradigme de base de la Théorie Quantique. (Adaptée de Stevens, 1989).....	31
Figure 2: Domaines d'hyper- et d'hypo-articulation en parole, en fonctions des informations du contexte et des informations dans le signal, selon la Théorie de la Variabilité Adaptative. (Adaptée de Lindblom, 1987).....	44
Figure 3: Vue postérieure des principaux muscles du palais (palais mou et structures associées).	61
Figure 4 : Répartition globale des différents types de fentes en %, par rapport au nombre total de cas.	64
Figure 5 : Schémas de la classification Y (Kernahan, 1971) et de Smith <i>et al.</i> (1998).	73
Figure 6 : Modification de la classification Y de Kernahan par Millard (1990).	75
Figure 7 : Croquis illustrant l'articulation d'une occlusive midorsopalatale (Troost, 1981).	108
Figure 8 : Croquis illustrant l'articulation d'une occlusive pharyngale (Troost, 1981).	110
Figure 9 : Croquis illustrant l'articulation d'une fricative postérieure nasale (Troost, 1981).	111
Figure 10 : Courbes hypothétiques de l'équation du locus.	156
Figure 11 et Figure 12 : Représentation de l'espace vocalique et consonantique et du schéma de transition VCV pour les séquences [aba], [aga] et [ada]. Adapté de Abry (2003).....	179
Figure 13 : Espace consonantique et vocalique exprimés grâce aux trois formants F1, F2 et F3. En gris apparaissent les deux triangles : F1-F2 pour les voyelles et F2-F3 pour les consonnes. Adapté de Abry (2003).....	180
Figure 14 : VOT de Klatt (Voice Onset Time ou délai d'établissement du voisement).....	193
Figure 15 : Le VTT ou Voice Termination Time.....	194
Figure 16 : Illustration des mesures de durées.	196
Figure 17 : Illustration des mesures de F2 début/F2 milieu pour le calcul de l'équation du locus.....	197
Figure 18 : Illustration des mesures de F1/F2 au centre de la voyelle pour les triangles vocaliques.	198
Figure 19 : Illustration des mesures de la transition CV avec relevée des mesures de F2/F3 à l'explosion.	199
Figure 20 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1	211
Figure 21 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1	212
Figure 22 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1	212
Figure 23 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1	213
Figure 24 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1	213
Figure 25 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1	214
Figure 26 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1	215
Figure 27 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1	215
Figure 28 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1	216
Figure 29 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1	216
Figure 30 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1	216
Figure 31 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1	217
Figure 32 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1	217
Figure 33 : Valeurs absolues des durées des différents paramètres V1-VTT-silence acoustique-VOT-V2 chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1	218
Figure 34 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1	218
Figure 35 : Valeurs relatives des durées des différents paramètres (durée totale consonne-VTT-VOT) chez les locuteurs sains (moyenne représentée par la courbe rouge) et pathologiques porteurs d'une fente de type 1	218

Figure 127 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Alan,	289
Figure 128 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Lucas 2,	289
Figure 129 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Quentin 2,	290
Figure 130 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Killian,	290
Figure 131 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Emile,	291
Figure 132 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Robinson,	291
Figure 133 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Flavie,	292
Figure 134 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Lorna,	292
Figure 135 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Grégoire,	294
Figure 136 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Frédéric,	295
Figure 137 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Julie,	295
Figure 138 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Safia,	296
Figure 139 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Elliott,	296
Figure 140 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Lucas,	297
Figure 141 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Berfin,	297
Figure 142 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Tiago,	298
Figure 143 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début de tous les locuteurs de contrôle,	300
Figure 144 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début de tous les locuteurs de contrôle,	301
Figure 145 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début de tous les locuteurs pathologiques, contextes [a] et [i] confondus	301
Figure 146 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début de tous les locuteurs pathologiques,	302
Figure 147 : Moyennes des valeurs de F2 milieu et F2 début de tous les locuteurs de contrôles.	303
Figure 148 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques de type 1,	304
Figure 149 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques de type 1,	304
Figure 150 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques de type 4,	305
Figure 151 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques de type 4,	305
Figure 152 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle,	307
Figure 153 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle,	308
Figure 154 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début de tous les locuteurs pathologiques,	308
Figure 155 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début de tous les locuteurs pathologiques,	309
Figure 156 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques de type 1,	310
Figure 157 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques de type 4,	310
Figure 158 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle,	312
Figure 159 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle,	313
Figure 160 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques,	313
Figure 161 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques,	314
Figure 162 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle de type 1,	315
Figure 163 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle de type 4,	315
Figure 164 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle,	317
Figure 165 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle,	317
Figure 166 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques,	318
Figure 167 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs pathologiques,	318
Figure 168 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle de type 1,	319
Figure 169 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début des locuteurs de contrôle de type 4,	320
Figure 170 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Niels, locuteur de contrôle, contextes [a], [i] et [u] confondus.	324
Figure 171 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Pierre,	324
Figure 172 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Cyril, locuteur pathologique, contextes [a], [i] et [u] confondus.	325
Figure 173 : Ensemble des valeurs de F2 milieu et F2 début pour chaque consonne chez Nico, locuteur pathologique, contextes [a], [i] et [u] confondus.	325
Figure 174 : dispersion des consonnes des quatre locuteurs (Niels, Pierre, Cyril et Nico) dans l'espace pente/intercept	326
Figure 175 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [t]	339
Figure 176 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [t]	339
Figure 177 : Valeurs moyennes de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [t]	340
Figure 178 : Valeurs moyennes de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [t]	340

Figure 179 : triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] chez les deux groupes de locuteurs.	341
Figure 180 : Moyennes des durées des voyelles en contexte [t] chez les deux groupes de locuteurs.	342
Figure 181 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [t]	343
Figure 182 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [t]	343
Figure 183 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] chez les deux groupes de locuteurs.	344
Figure 184 : Moyennes des durées des voyelles en contexte [d] chez les deux groupes de locuteurs.	344
Figure 185 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [k] chez les trois locuteurs sains âgés de 9 ans.	346
Figure 186 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [k]	346
Figure 187 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] chez les deux groupes de locuteurs.	347
Figure 188 : Moyennes des durées des voyelles en contexte [d] chez les deux groupes de locuteurs.	348
Figure 189 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [g]	348
Figure 190 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [g]	349
Figure 191 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] chez les deux groupes de locuteurs.	349
Figure 192 : Moyennes des durées des voyelles en contexte [g] chez les deux groupes de locuteurs.	350
Figure 193 : Valeurs de F1 et F2 des trois voyelles dans les 4 contextes consonantiques.....	351
Figure 194 : Valeurs de F1 et F2 des trois voyelles dans les 4 contextes consonantiques.....	352
Figure 195 : Moyennes des durées des aires des triangles vocaliques dans les différents contextes consonantiques	352
Figure 196 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [g]	354
Figure 197 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [g]	355
Figure 198 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i], [a] et [u] chez les deux groupes de locuteurs.....	355
Figure 199 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques.	356
Figure 200 : Moyennes des durées des voyelles en contexte [t]	357
Figure 201 : Moyennes des durées des voyelles en contexte [t] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques, âgés de 12 ans.	357
Figure 202 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [d]	359
Figure 203 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [d]	359
Figure 204 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [d] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques.	360
Figure 205 : Moyenne des durées des voyelles en contexte [d] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques, âgés de 12 ans.	361
Figure 206 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i], [a] et [u] en contexte [k]	362
Figure 207 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i], [a] et [u] en contexte [k]	363
Figure 208 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [k] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques.	364
Figure 209 : Moyennes des durées des voyelles en contexte [k] chez les locuteurs sains.....	364
Figure 210 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i], [a] et [u] en contexte [g] chez les locuteurs de contrôle âgés de 12 ans	366
Figure 211 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [g]	366
Figure 212 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i], [a] et [u] en contexte [g] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques.	367
Figure 213 : Moyennes des durées des voyelles en contexte [g] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques, âgés de 12 ans	368
Figure 214 : Valeurs de F1 et F2 des trois voyelles /i/, /a/, /u/ dans les 4 contextes consonantiques chez les locuteurs sains âgés de 12 ans.	369
Figure 215 : Valeurs de F1 et F2 des trois voyelles /i/, /a/, /u/ dans les 4 contextes consonantiques chez les locuteurs pathologiques âgés de 12 ans.	369
Figure 216 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i], [a] et [u] en contexte [t] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques.	370
Figure 217 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i], [a] et [u] en contexte [d] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques.	371
Figure 218 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i], [a] et [u] en contexte [k] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques.	371

Figure 219 : Triangles vocaliques des locuteurs sains et des locuteurs pathologiques réalisés à partir des valeurs de F1 et F2 des voyelles [i], [a] et [u] en contexte [g] chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques	371
Figure 220 : Moyennes des aires des triangles vocaliques dans les différents contextes consonantiques chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques, âgés de 12 ans.	372
Figure 221 : Moyennes des aires des triangles vocaliques dans les différents contextes consonantiques chez les locuteurs sains et chacun des locuteurs pathologiques, âgés de 9 ans et 12 ans.	373
Figure 222 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	385
Figure 223 et 224 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par Robinson et Zoé, locuteurs sains âgés de 9 ans.	385
Figure 225 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	386
Figure 226 et 227: Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par Tom et Iris, locuteurs sains âgés de 12 ans.	387
Figure 228 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	387
Figure 229 : Zoom sur les valeurs de F2 et F3 lors de la production du [d] par les locuteurs sains âgés de 15 ans. .	388
Figure 230 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	388
Figure 231 : Moyennes des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	389
Figure 232 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	389
Figure 233 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	390
Figure 234 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 1 âgés de 9 ans.	392
Figure 235 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	393
Figure 236 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 1 âgés de 9 ans.	393
Figure 237 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	394
Figure 238 : Aire du triangle consonantique calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 1 âgés de 15 ans.	395
Figure 239 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	396
Figure 240 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 1 âgés de 18 ans.	396
Figure 241 : Moyennes des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 1 âgés de 9, 12 et 18 ans.	397
Figure 242 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 4 âgés de 9, 15 et 18 ans.	397
Figure 243 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 4 âgés de 9, 15 et 18 ans.	398
Figure 244 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	399
Figure 245 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 3 âgés de 9 ans.	400
Figure 246 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	401
Figure 247 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	401
Figure 248 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	402
Figure 249 et 250 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les 2 locuteurs pathologiques de type 3 âgés de 15 ans.	402
Figure 251 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	403
Figure 252 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	404
Figure 253 : Aire du triangle consonantique calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	404
Figure 254 : Moyennes des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	405
Figure 255 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	405
Figure 256 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	406
Figure 257 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	407
Figure 258 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	408
Figure 259 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	408
Figure 260 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 4 âgés de 9 ans.	409
Figure 261 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	410

Figure 262 : Aire du triangle consonantique calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 4 âgés de 12 ans.	410
Figure 263 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron, à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 4 âgés de 12 ans.	411
Figure 264 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g].....	412
Figure 265 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 4 âgés de 15 ans.	412
Figure 266 : Moyennes des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g].....	413
Figure 267 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g].....	413
Figure 268 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g].....	413
Figure 269 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g].....	415
Figure 270 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 5 âgés de 9 ans.	415
Figure 271 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g].....	416
Figure 272 : Aire des triangles consonantiques calculée grâce à la formule de Héron à partir des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g]	417
Figure 273 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 5.	417
Figure 274 : Valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g].....	418
Figure 275 : Moyennes des valeurs de F2 et F3 lors de la production des consonnes sonores [b], [d] et [g] par les locuteurs pathologiques de type 5 âgés de 9 et 14 ans.	418
Figure 276, 277, 278 et 279 : Triangles consonantiques en fonction de l'âge et de la pathologie des locuteurs.....	420
Figure 280 : Aire des triangles consonantiques par âge et selon les différents types de locuteurs.	420
Figure 281: Illustration de la Théorie de la Viabilité ; diverses trajectoires articulatoires sont possibles pour une même cible acoustique, et diverses solutions acoustiques peuvent mener à une même cible perceptive. Les possibles articulatoires et acoustiques se situent à l'intérieur de leur cercle qui définit l'espace de viabilité.	432
Figure 282 : Illustration de la Théorie de la Viabilité (Vaxelaire, 2007)	444

Index des tableaux

Tableau 1 : Evolution des productions selon l'âge de l'enfant. D'après Thom <i>et al.</i> (2005).-----	68
Tableau 2 : Structure de base du système Expression (Adapté de Koul, 2007).-----	76
Tableau 3 : Hardin-Jones et al. (2003) distinguent ces deux groupes dans leur étude.-----	80
Tableau 4 : Récapitulatif des productions des enfants pathologiques, en fonction du type de la fente (selon l'étude de Hardin-Jones <i>et al.</i> , 2003).-----	80
Tableau 5 : Récapitulatif des sons produits par les enfants pathologiques selon le type de la fente (selon l'étude de Hardin-Jones <i>et al.</i> , 2003).-----	81
Tableau 6 : Processus phonologiques utilisés par les enfants porteurs de fente palatine (adapté de Chapman, 1993).-----	86
Tableau 7: Inventaire des acquisitions phonétiques à l'âge de 3 ans chez les enfants porteurs de fente palatine ayant un retard de langage, par rapport aux enfants porteurs de fente palatine ayant un développement normal de la parole (Morris et Ozanne, 2003).-----	87
Tableau 8 : Récapitulatif des production de la parole chez les enfants porteurs de fente palatine présentant un retard de langage par rapport aux enfants porteurs de fente palatine ayant un développement normal de la parole (Adapté de Morris & Ozanne, 2003).-----	87
Tableau 9 : Récapitulatif, comparatif des conséquences engendrées par les fentes labio-palatines et fentes simples sur la production de la parole.-----	90
Tableau 10 : Récapitulatif relatif à l'impact des fistules sur le langage, selon différentes auteurs.-----	92
Tableau 11 : Récapitulatif du pourcentage de sons produit par chaque groupe de locuteur, avec et sans retard de langage, selon Witzel (1995).-----	103
Tableau 12 Tableau récapitulatif des sons produits par chaque groupe de locuteurs, avec et sans retard de langage, selon Witzel (1995).-----	103
Tableau 13 : Récapitulatif des phonèmes substitués ou co-articulés avec les articulations compensatoires, relevés par Trost, (1981), Adapté de Trost (1981).-----	112
Tableau 14 : Récapitulatif des 6 types d'articulations compensatoires relevés par Trost, (1981), avec les symboles phonétiques correspondant pour les productions voisées et sourdes. Adapté de Trost (1981).-----	113
Tableau 15 : Comparaison, selon différents auteurs, de la présence (+) ou absence (-) de variabilité en fonction de la durée plus longue (+) du segment ou de la vitesse d'élocution plus rapide (+).-----	119
Tableau 16 : Comparaison durée/variabilité selon l'âge du locuteur (selon Kent & Forner, 1980).-----	123
Tableau 17 : Comparaison durée/variabilité selon le type de locuteur.-----	126
Tableau 18 : Durée vocalique en fonction du contexte consonantique (selon les auteurs cités <i>supra</i>).-----	128
Tableau 19 : Caractéristiques des occlusives en fonction de leur environnement selon Abdelli-Beruh (2004).-----	130
Tableau 20 : VOT et durée comme indices de voisement, selon différents auteurs.-----	132
Tableau 21 : Comportement de /bdg/ devant /s/, selon Abdelli-Beruh (2004).-----	134
Tableau 22 : Variations de la durée du VOT selon Sundberg et Lacerda (1999).-----	139
Tableau 23 : Différences de durées entre le locuteur pathologique et le locuteur sain, selon Kieffer (1965) (données cinéradiographiques).-----	145
Tableau 24 : Durée des segments de la parole selon le type de locuteur en fonction des auteurs cités <i>supra</i> .-----	150
Tableau 25 : Ensemble des locuteurs pathologiques retenus pour les différentes expériences de cette étude.-----	190
Tableau 26 : Ensemble des locuteurs de contrôle retenus pour les différentes expériences de cette étude.-----	191
Tableau 27 : Sript praat utilisé pour nos mesures.-----	194
Tableau 28 : Ensemble des locuteurs pathologiques retenus pour l'étude des durées.-----	204
Tableau 29 : Ensemble des locuteurs sains retenus pour l'étude des durées.-----	205
Tableau 30 : Locuteurs pathologiques retenus pour cette étude.-----	283
Tableau 31 : Locuteurs de contrôle retenus pour cette étude.-----	284
Tableau 32 : Récapitulatif des valeurs de pente et des coefficients de corrélation chez les locuteurs sains en fonction des contextes consonantiques, voyelle [a] et [i] confondues.-----	293
Tableau 33 : Récapitulatif des valeurs de pente et des coefficients de corrélation chez les locuteurs sains en fonction des contextes consonantiques, voyelle [a] et [i] confondues.-----	298
Tableau 34 : Valeurs de pentes et coefficients de détermination pour chacun des locuteurs et pour chaque contexte.-----	303
Tableau 35 : Tableau récapitulatif des valeurs de pente et des coefficients de détermination pour chaque groupe de locuteurs.-----	306
Tableau 36 : Valeurs de pentes et coefficients de détermination pour chacun des locuteurs et pour chaque contexte.-----	309
Tableau 37 : Tableau récapitulatif des valeurs de pente et des coefficients de détermination pour chaque groupe de locuteurs.-----	311
Tableau 38 : Valeurs de pentes et coefficients de détermination pour chacun des locuteurs et pour chaque contexte.-----	314

Tableau 39 : Tableau récapitulatif des valeurs de pente et des coefficients de détermination pour chaque groupe de locuteurs.-----	316
Tableau 40 : Valeurs de pentes et coefficients de détermination pour chacun des locuteurs et pour chaque contexte.-----	319
Tableau 41 : Tableau récapitulatif des valeurs de pente et des coefficients de détermination pour chaque groupe de locuteurs.-----	320
Tableau 42 : Tableau récapitulatif des valeurs de pente et des coefficients de détermination pour chaque groupe de locuteurs et chaque contexte.-----	323
Tableau 43 : Valeurs de pente et de coefficients de détermination pour chaque contexte consonantique et chaque locuteur.-----	326
Tableau 44 : Locuteurs pathologiques retenus pour cette étude.-----	334
Tableau 45 : Locuteurs de contrôle retenus pour cette étude.-----	334
Tableau 46 : Valeur d'aire des triangles vocaliques en contexte [t] de chaque groupe de locuteur.-----	341
Tableau 47 : Valeurs d'aire des triangles vocaliques en contexte [d] de chaque groupe de locuteur.-----	344
Tableau 48 : Valeurs d'aire des triangles vocaliques en contexte [k] de chaque groupe de locuteurs.-----	347
Tableau 49 : Valeurs d'aire des triangles vocaliques en contexte [g] de chaque groupe de locuteur.-----	349
Tableau 50: Valeurs d'aire des triangles vocaliques en contexte [t] de chaque groupe de locuteur.-----	356
Tableau 51 : Valeurs d'aire des triangles vocaliques en contexte [d] de chaque groupe de locuteur.-----	360
Tableau 52 : Valeurs d'aire des triangles vocaliques en contexte [k] de chaque groupe de locuteur.-----	363
Tableau 53 : Valeurs d'aire des triangles vocaliques en contexte [g] de chaque groupe de locuteur.-----	367
Tableau 54 : Locuteurs pathologiques retenus pour cette étude.-----	378
Tableau 55 : Locuteurs sains retenus pour cette étude.-----	379
Tableau 56 : Aire des triangles consonantiques.-----	394
Tableau 57 : Aire des triangles consonantiques.-----	395
Tableau 58 : Aire des triangles consonantiques.-----	396
Tableau 59 : Aire des triangles consonantiques.-----	400
Tableau 60 : Aire des triangles consonantiques.-----	401
Tableau 61 : Aire des triangles consonantiques.-----	403
Tableau 62 : Aire du triangle consonantique.-----	404
Tableau 63 : Aire des triangles consonantiques.-----	409
Tableau 64 : Aire des triangles consonantiques.-----	411
Tableau 65 : Aire des triangles consonantiques.-----	415
Tableau 66 : Aire des triangles consonantiques.-----	417
Tableau 67 : Aire (en Hz ²) des triangles consonantiques par âge, selon les différents types de locuteurs.-----	420
Tableau 68 : Aire des triangles consonantiques chez les sujets sains de 9 ans.-----	421
Tableau 69 : Aire des triangles consonantiques chez les sujets sains de 12 ans.-----	421
Tableau 70 : Aire des triangles consonantiques chez les sujets sains de 15 ans.-----	421
Tableau 71 : Aire des triangles consonantiques chez les sujets sains de 18 ans.-----	421
Tableau 72 : Aire des triangles consonantiques chez les sujets pathologiques de type 1.-----	422
Tableau 73 : Aire des triangles consonantiques chez les sujets pathologiques de type 3.-----	422
Tableau 74 : Aire des triangles consonantiques chez les sujets pathologiques de type 4.-----	422
Tableau 75 : Aire des triangles consonantiques chez les sujets pathologiques de type 5.-----	422

Lexique

Adénoïdien, enne

Relatif aux végétations adénoïdes. Exemple : végétations adénoïdes : formations de tissu lymphoïde, constituant l'amygdale pharyngée et qui obstruent le rhino-pharynx des enfants.

Chéiloplastie

Opération chirurgicale de réparation des lèvres, suite à une anomalie congénitale ou un traumatisme.

Etiologie

En médecine, l'**étiologie** est l'étude des causes et des facteurs d'une pathologie. L'étiologie définit l'origine d'une pathologie en fonction des manifestations sémiologiques.

Cure du palais

Découpe des 2 lambeaux, décollement et isolement de la palatine supérieure, suture en 2 plans : muqueux et musculo-muqueux.

Infiltration des lambeaux postérieurs, incision médiane sagittale puis libération séparée des 2 lambeaux, étirement des palatines postérieures et désinsertion des éléments musculaires au niveau des crochets ptérygoïdiens. La délimitation permet une parfaite suture en deux plans avec une petite lchette.

Débitmètre

Un **débitmètre** est un appareil destiné à mesurer le débit d'un fluide (liquide ou gazeux).

Selon le niveau du débit et la nature de ce fluide, le principe du débitmètre adapté est très variable.

Déhiscence

Terme médical signifiant une ouverture ou une rupture anormale ("désunion").

Dysarthries ataxiques

En cas de lésions du cervelet, l'ataxie est la manifestation clinique la plus remarquable.

Cependant, ses symptômes ne sont pas exclusifs aux maladies du cervelet, et s'observent par exemple dans la sclérose en plaques. Il faut accorder une attention particulière à la dysarthrie ataxique, car elle est étonnamment riche en variations pathologiques. L'ataxie se caractérise par des difficultés dans la régulation de la forme, de la vitesse, de l'ampleur, du rythme et de la direction des mouvements volontaires.

Il a été démontré que la surextension des mouvements intentionnels provient du retard en phase terminale du mouvement, d'un délai plus long que la normale entre la pause agoniste et le début antagoniste, donc de l'inadéquation des forces de décélération. Or, le même phénomène s'observe dans la parole dysarthrique.

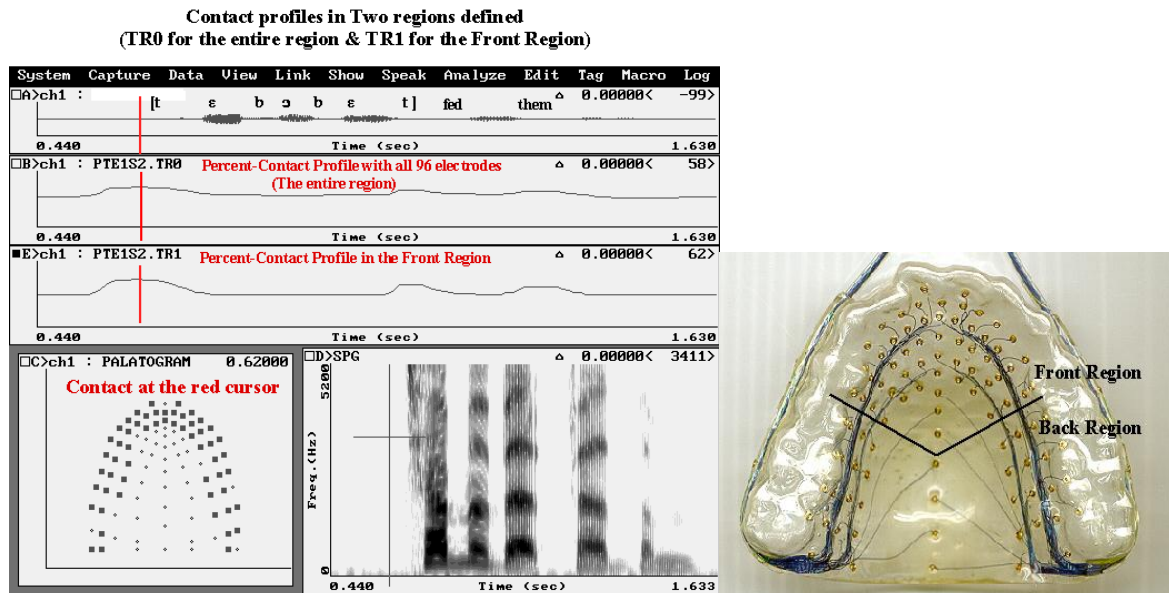
Récemment, on a affirmé que des lésions aux hémisphères cérébelleux (neo-cervelet) produisent notamment des symptômes tels que l'hypotonie, l'hyporéflexie et l'asthénie. Il est alors possible que la décélération observée chez des patients cérébelleux dans leurs productions verbales, soit un effet de l'hypotonie et de l'asthénie dans les muscles phonatoires, plutôt qu'un problème de surextension. Cependant, l'explication considérée comme la plus plausible est celle d'une difficulté de l'alternance des mouvements ou adiadococinésie.

Électromyographie

L'électromyographie fait partie des explorations électrophysiologiques du système nerveux qui permettent d'appréhender, entre autres, l'aspect fonctionnel du système nerveux. Il s'agit de l'enregistrement des courants électriques, qui permet d'étudier le système nerveux périphérique, les muscles et la jonction neuromusculaire (contact entre le neurone et le muscle). Les courants électriques qui accompagnent l'activité musculaire sont enregistrés. L'électromyographie s'effectue par l'utilisation d'électrodes positionnées à la surface du corps, et constituées de fines aiguilles que l'on enfonce dans le muscle étudié. L'électromyographie permet de détecter l'activité musculaire spontanément, au repos ou au moment de l'activité du muscle, ou bien lorsque l'on procède à la stimulation électrique (galvanique) musculaire nerveuse dans le cadre d'une épreuve ou d'un examen neurologique.

Electropalatographie

Il s'agit d'une méthode permettant de localiser précisément les contacts labio-palataux. Le sujet porte un palais de plastique équipé d'électrodes, qui sont activées lorsque la langue touche le palais. Un programme enregistre alors les résultats en temps réel.



Le principal inconvénient de cette méthode réside dans le fait que les palais sont faits sur mesure ; un palais différent est donc nécessaire pour chaque sujet.

Foramen incisif

Le foramen incisif est une ouverture au niveau antérieur du palais dur à travers lequel les vaisseaux sanguins et les nerfs peuvent passer.

Holophrastique (stade)

Le stade holophrastique (de 10 ou 12 mois à deux ans) chevauche légèrement le stade prélinguistique puisque, malgré la capacité du bébé à produire des mots avec un sens défini, il continue à babiller durant un certain temps. À ce stade, l'enfant s'exprime par mots isolés. Il dira par exemple "nana". Même si la prononciation n'est pas encore des plus exactes, il est aisé de comprendre le bébé, même pour les adultes autres que les parents. Les parents sont souvent tentés de voir dans les énoncés holophrastiques un énoncé incomplet du type "regarde le toutou"

ou "je veux le toutou". Il est plus probable que l'énonciation soit simplement l'expression de l'émotivité créée par la vision de l'objet que le résultat d'un énoncé mal complété.

Hyper-rhinoloalie ou hyporhinolalie

Froeschels et Kussmaul parlent de dyslalie nasale, Seeman de rhinophonie, Gutzmann de rhynolalie ouverte et fermée, et Scuri a proposé le terme de rhinophonie lorsque l'altération est limitée au timbre, et de rhinolalie, lorsque des troubles d'articulation s'ajoutent à l'altération du timbre.

Hyperrhinolalie

Assimilations nasales. L'hyperrhinolalie est un trouble des cavités de résonance supérieures, dû à une insuffisance vélo-pharyngée, qui provoque une déperdition d'air plus ou moins importante par le nez au cours de la parole.

Hyporhinolalie

Passage de l'air vers les cavités nasal bloqué.

Isomorphique

Ce terme désigne d'abord un concept mathématique selon lequel, lorsque deux structures peuvent être superposées de manière **isomorphique**, à chaque élément d'une structure correspond un élément de l'autre structure, en ce sens que chacun de ces éléments joue le même rôle dans leurs structures respectives.

L'isomorphisme désigne l'identité de structure : deux ensembles (algébrique, topologique, etc.) sont dits isomorphes s'il existe une correspondance biunivoque qui maintiennent invariantes les relations caractérisant la structure.

Jasis

Lallation (balbutiement des nourrissons.)

Levator veli palatini (muscle)

Muscle élévateur du voile du palais, il a pour fonction d'élever le voile du palais et d'ouvrir la trompe auditive. Ce muscle est tendu de la base du crâne au voile du palais et longe le côté extérieur de la trompe auditive.

Motherese

Terme anglo-saxon utilisé pour désigner le langage modulé de la mère envers son enfant.

Les termes « mamanais », « maternels », ou encore « parentese » sont parfois utilisés en français.

Tous ces processus resteraient inconscients et non programmés : l'apprentissage du langage oral ne nécessiterait normalement aucun apprentissage explicite (Schelstraete, 2007).

Le motherese se définit comme les modulations de la prosodie et de la voix maternelle présentes dans le langage spécifiquement destiné au bébé, à son enfant en période d'acquisition langagière.

La littérature mentionne que le langage des adultes adressé aux enfants se complexifie progressivement et parallèlement au développement linguistique de ces derniers.

Le motherese se caractérise par des modifications touchant chaque niveau du langage : les niveaux phonologique, lexical, morpho-syntaxique et pragmatique.

Pertuis résiduel

Trou résiduel suite à l'intervention chirurgicale de fermeture du palais.

Pharyngoplastie

La pharyngoplastie est une méthode chirurgicale consistant à la suture du voile avec un lambeau pharyngé postérieur et médian à pédicule supérieur.

Photodétecteurs

Définition : transforme un signal lumineux en signal électrique.

Pneumotachomètre

Les pneumotachomètres (PNT) sont conçus pour être utilisés comme des composants des systèmes de mesure de l'écoulement gazeux. Le pneumotachomètre convertit l'écoulement gazeux en un signal linéaire proportionnel de pression gazeuse différentielle qui entre dans un transducteur de pression gazeuse différentielle. Le résultat du transducteur de pression différentielle est utilisé pour mesurer l'écoulement et le volume.

Rhinolalie

Déperditions nasales qui altèrent voyelles et consonnes.

Rhinophonie

Déperditions nasales qui n'altèrent que les voyelles.

Supraclusion

Chirurgie dento-maxillo-faciale, odontostomatologie - N. f. * **supra** : du latin *supra* [supra-], au-dessus, au-delà, supérieur ; * **occlusion** : du latin *occlusio*, de *occludere* [-occlusion], fermeture, obstruction. Ce terme résulte de la contraction de "supra" et de "occlusion". Dans cette pathologie, il y a suroclusion des incisives par rapport aux autres dents, c'est-à-dire que les incisives supérieures recouvrent de façon exagérée les incisives inférieures. Le traitement est orthodontique.

(sources : <http://www.medicopedia.net>)

Staphylorrhaphie

Otorhinolaryngologie, chirurgie ORL, chirurgie plastique reconstructrice et esthétique - N. f. * **staphylo** : du grec *staphulê* [staphyl(o)-], grain de raisin et, en médecine, relatif à la luette ou à des bactéries regroupées en grappes ; * **rraphie** : du grec *raphê* [-rraphie], suture chirurgicale. La staphylorrhaphie est une intervention chirurgicale ORL assimilable à la staphyloplastie et qui consiste à suturer une fissure congénitale de la luette et/ou du voile du palais. Une fissure congénitale médiane du voile du palais est aussi appelée staphyloschisis. La staphyloplastie est une intervention chirurgicale qui consiste en l'ablation ou la réparation de la luette, organe situé à la base du voile du palais, bien visible au fond de la gorge. Cette intervention peut être utile pour traiter la ronchopathie (ronflements) surtout si cette luette est trop longue. Les synonymes sont nombreux, selon le type d'opération pratiquée : uvulopalatoplastie (ou uvulo-palatoplastie), uvulopharyngoplastie (ou uvulo-pharyngoplastie), uvulopalatopharyngoplastie (ou uvulo-palato-pharyngoplastie), etc. Si nécessaire, l'opération peut être complétée par l'ablation des amygdales, bien que les médecins essaient aujourd'hui de préserver au maximum ces organes lymphoïdes. L'approche chirurgicale peut être aujourd'hui remplacée par un traitement au laser CO₂ (douloureux) ou la radiofréquence.

(sources : <http://www.medicopedia.net>)

Syncinésie

Une **syncinésie** est la contraction involontaire d'un muscle ou d'un groupe de muscles, et une tension inutile, qui apparaissent lors de l'exécution de certains gestes. Leur présence fait partie des signes neurologiques discrets des caractéristiques cliniques de l'enfant avec dyspraxie.

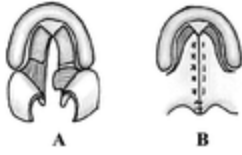
Veau-Wardill-Kilner (Méthode)

Illustration de la méthode Veau-Wardill-Kilner visant à réparer une fente palatine en effectuant une incision sur toute la longueur du palais.

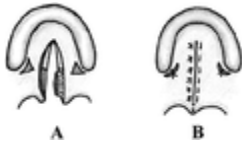


Illustration d'une technique d'incision minimale.

(d'après Karsten *et al.*, 2003)

Véloplastie

La véloplastie diminue la dimension globale du pharynx bucco-nasal et le sépare en deux petits résonateurs qui amplifient moins les fréquences graves et augmentent les fréquences aigües.

Vélopharyngopalastie

Procédé chirurgical visant à rendre au velum sa fonction de fermeture vélopharyngale.

Végétations adénoïdes

Appelées communément végétations, les végétations adénoïdes correspondent à une augmentation de volume des amygdales du pharynx situées en arrière de la paroi postérieure du rhinopharynx (cavité faisant communiquer le nez avec le pharynx) et survenant chroniquement (dans le temps). L'examen des fosses nasales, grâce à l'endoscope, confirme le diagnostic et vérifie s'il existe en plus une inflammation à ce niveau. Les amygdales sont des formations lymphoïdes en forme d'amande, situées au fond de la bouche, sur le pourtour du pharynx. Les amygdales les plus importantes et les plus volumineuses sont les amygdales palatines, de part et d'autre de la luette (appendice en forme de cône faisant suite au palais et située en arrière de celui-ci, au milieu). L'amygdalite constitue l'inflammation des amygdales.

Vestibuloplastie

Procédé de chirurgie bucco-maxillo-dentaire dont l'objectif est de recréer une hauteur suffisante de gencive attachée (gencive solidement attachée à la mâchoire et à la dent, une quantité minimum est cruciale pour la solidité des gencives).

Sources :

Delmas, V., dictionnaire d'anatomie, Masson, 2006

Karsten, A. D.D.S., M.S., PH.D., Larson M., D.D.S. Larson O., D.D.S., M.D., PH.D. Dental Occlusion After Veau-Wardill-Kilner Versus Minimal Incision Technique Repair of Isolated Clefts of the Hard and Soft Palate, Cleft palate journal, 2003, Vol. 40 No. 5

TABLE DES MATIERES

Remerciements.....	7
Sommaire	11
Introduction	15
Organisation de la thèse	21
ETAT DE LA QUESTION.....	23
I. Droits et devoirs de la parole : les limites de la variabilité	27
I.0 Introduction.....	27
I.1 L'obligation de cibles à atteindre	28
I.1.1. La Théorie Quantique de Stevens (1972, 1985, 1989, 1991, 2002, 2005)	29
I.1.2. Les théories de Guenther (1995) et Perkell <i>et al.</i> (1993, 2000), Guenther et Perkell (2004).....	32
I.1.3. Phonologie articulatoire et la notion de « cible »	33
I.2. Variabilités autorisées et contraintes	41
I.2.1. Notions de cibles, de commandes et la Théorie de la Variabilité Adaptative de Lindblom (1987, 1990, 1996).....	41
I.2.2. Le principe de coordination et de coarticulation (Fowler & Saltzman, 1993)....	45
I.2.3. Le modèle de la dynamique des tâches - <i>The task dynamics model</i> (Saltzman <i>et al.</i> 1987).....	47
I.2.4. Résistance coarticulatoire : une autre façon de comprendre les perturbations ..	49
I.3. La liberté de parole et ses limites : la Théorie de la Viabilité en production-perception de la parole	50
I.3.1. Notions et concepts	50
I.3.2. D'une logique prescriptive à une logique proscriptive.....	52
I.3.3. Vers une modélisation théorique de structures viables.....	53
II. LA PAROLE FACE À LA PATHOLOGIE : MISE EN PLACE D'UN PHÉNOMÈNE COMPENSATOIRE, LES « DÉVIATIONS » POSSIBLES À L'ATTEINTE D'UNE CIBLE.....	59

II.1.	Anatomie et physiologie du palais	59
II.1.1.	Description des muscles et articulateurs de la parole en général.....	59
II.1.2.	Rôle et fonctions du velum en particulier.....	64
II.1.2.1.	Aspects généraux : fonction et anatomie.....	64
II.1.2.2.	Rôle et fonction du velum chez les bébés	67
II.1.2.2.1.	Rôle et fonction du velum chez les bébés non pathologiques	67
II.1.2.2.2.	Rôle et fonction du velum chez les bébés sains <i>vs.</i> pathologiques	70
II.2.	Les malformations palatines et leurs conséquences	72
II.2.1.	La classification des fentes	72
II.2.2.	Revue critique de la littérature sur les fentes palatine : de l'acquisition à l'émergence phonologique.....	76
II.2.2.1.	Problèmes d'acquisition et production des bébés atteints de fente palatine.....	76
II.2.2.2.	Incidences phonologiques.....	83
II.2.2.3.	Impact du type de fente sur les caractéristiques linguistiques des locuteurs.....	88
II.2.3.	Caractéristiques de la parole chez des adultes opérés de fente palatine mais ayant une fonction vélo-pharyngale satisfaisante	93
II.2.3.1.	Fonction vélo-pharyngale : au niveau aérodynamique	93
II.2.3.2.	Fonction vélo-pharyngale : au niveau articulaire	96
II.3.	Le flux nasal en production de la parole sans pathologie.....	98
II.4.	Phénomènes compensatoires face à la perturbation : Revue critique de la parole pathologique et de la production compensatoire	101
II.4.1.	Articulations compensatoires chez le sujet pathologique	101
II.4.2.	La « double articulation » ou faire deux choses à la fois chez le sujet pathologique	106
II.4.2.1.	La double articulation alvéo-vélaire chez le sujet pathologique.....	106
II.4.2.2.	La double articulation labio-linguale chez le sujet pathologique	107
II.4.3.	Pathologie et articulations compensatoires complexes	108
II.4.3.1.	L'occlusive middorso-palatale chez le sujet pathologique	108
II.4.3.2.	L'occlusive pharyngale chez le sujet pathologique.....	110
II.4.3.3.	La fricative postérieure nasale chez le sujet pathologique	111
III.	RENDRE COMPTE DE LA PAROLE PATHOLOGIQUE / PARAMÈTRES D'OBSERVATION	117
III.1.	Etude de la durée dans le développement de la parole pathologique et non pathologique : durée et variabilité	117
III.1.1.	Durée et variabilité chez les locuteurs sains et pathologiques.....	119
III.1.1.1.	Durée et variabilité chez les adultes et les enfants sains.....	120
III.1.1.2.	Durée et variabilité chez l'enfant sain <i>vs.</i> pathologique.....	123
III.1.2.	Variation de la durée selon le contexte.....	126
III.1.2.1.	Variation de la durée vocalique selon la nature sonore de la consonne suivante	126

III.1.2.2.	Le contraste de voisement géré par des différences de durées, en fonction du contexte.....	129
III.1.3.	Variation de la durée du VOT et du VTT.....	134
III.1.3.1.	Le VOT et comparaison de productions d'adultes et d'enfants sains.....	135
III.1.3.2.	Le VOT chez les enfants âgés de 2 ans.....	140
III.1.3.3.	Le VOT chez les locuteurs pathologiques.....	141
III.1.3.3.1.	Le VOT chez les sujets bègues.....	142
III.1.3.3.2.	Le VOT chez les sujets parkinsoniens.....	142
III.1.3.3.3.	Le VOT chez les sujets porteurs de fentes palatines.....	143
III.1.3.3.4.	Le VOT chez les sujets chez des enfants ayant des problèmes d'audition.....	143
III.1.4.	Durée du VTT.....	144
III.1.5.	Conséquences de la fente sur la durée.....	144
III.1.5.1.	Fentes et durées des segments de la parole.....	145
III.1.5.2.	Fentes et conséquences aérodynamiques pour la durée de la parole.....	149
III.1.5.2.1.	Fentes et conséquences aérodynamiques dans la parole de l'adulte.....	149
III.1.5.2.2.	Fentes et conséquences aérodynamiques chez l'enfant.....	150
III.1.6.	L'aspect perceptif des productions d'enfants atteints de fente palatine.....	152
III.2.	L'Equation du locus.....	153
III.2.0	Définition et généralités relatives à l'équation du locus.....	153
III.2.1.	L'équation du locus comme indice de lieu d'articulation.....	156
III.2.2.	L'équation du locus comme indice du degré de coarticulation C-V.....	159
III.2.2.1.	L'équation du locus en parole spontanée.....	159
III.2.2.2.	Coarticulation anticipatoire dans des séquences C-V.....	161
III.2.2.3.	La coarticulation à la lumière de l'électropalatogramme et de l'équation du locus.....	161
III.2.2.4.	La coarticulation dans la perception et les effets de résistance coarticulatoire.....	163
III.2.2.5.	L'équation du locus chez les enfants et les adultes.....	166
III.2.2.5.1.	L'équation du locus pour l'analyse du développement de la coarticulation C-V chez les bébés.....	166
III.2.2.5.2.	Emergence des segments phonétiques et anticipation chez les enfants <i>vs.</i> chez les adultes.....	169
III.2.2.5.3.	Aspect développemental de la coarticulation linguale, comparaison du degré de coarticulation chez les adultes et les enfants.....	169
III.2.3.	La coarticulation comme indice de lieu articulaire, mesurée par l'équation du locus.....	171
III.3.	De l'importance des formants dans l'étude des lieux d'articulation.....	172
III.3.1.	F1/F2 : un rapport formantique utile pour caractériser les productions articulaires vocaliques.....	173
III.3.1.1.	F1/F2 comme indice de lieu d'articulation.....	173
III.3.1.2.	Le triangle vocalique : un espace acoustique interprétable en termes articulaires.....	174
III.3.2.	F2/F3 : au autre rapport formantique utile pour caractériser les productions articulaires consonantiques.....	177
III.3.2.1.	F2/ F3 comme indice de lieu articulaire des consonnes.....	177

III.3.2.2. Le triangle consonantique : un espace articulatoire interprétable en termes articulatoires	179
PARTIE EXPERIMENTALE.....	183
IV. Procédure expérimentale	187
IV.1. Conditions d'enregistrement	187
IV.2. Matériel.....	188
IV.3. Corpus	188
IV.4. Locuteurs.....	189
IV.4.1. Locuteurs pathologiques.....	190
IV.4.2. Locuteurs sains.....	190
IV.5. Mesures-Analyses	192
IV.5.1. Mesures et analyses des durées	195
IV.5.2. Mesures et analyses formantiques	196
IV.5.2.1. Mesures de F2 début /F2 milieu.....	197
IV.5.2.2. Mesures de F1/ F2.....	197
IV.5.2.3. Mesures de F2/F3.....	198
IV.6. Analyses statistiques : remarques générales	200
V. Expérience 1 : Etude de la durée chez les locuteurs porteurs de fente palatine dans des productions de séquences VCV	203
V.0. Introduction.....	203
V.1. Procédure expérimentale.....	203
V.1.1. Locuteurs retenus pour l'étude de durée.....	203
V.1.1.1. Locuteurs pathologiques	203
V.1.1.2. Locuteurs sains	205
V.1.2. Corpus retenu pour l'étude de durée	205
V.1.3. Acquisition des données	206
V.1.4. Mesures	206
V.1.5. Analyses des données.....	206
V.2. Résultats	207
V.2.1. Analyse par type de fentes.....	210
V.2.1.1. Locuteurs porteurs d'une fente palatine de type 1	210
V.2.1.1.1. Contexte [t].....	210
V.2.1.1.2. Contexte [k].....	213
V.2.1.1.3. Contexte [d].....	215
V.2.1.1.4. Contexte [g].....	217

V.2.1.2.	Locuteurs porteurs d'une fente palatine de type 3.....	221
V.2.1.2.1.	Contexte [t].....	221
V.2.1.2.2.	Contexte [k].....	223
V.2.1.2.3.	Contexte [d].....	226
V.2.1.2.4.	Contexte [g].....	228
V.2.1.3.	Locuteurs porteurs d'une fente palatine de type 4.....	232
V.2.1.3.1.	Contexte [t].....	232
V.2.1.3.2.	Contexte [k].....	234
V.2.1.3.3.	Contexte [d].....	236
V.2.1.3.4.	Contexte [g].....	239
V.2.1.4.	Locuteurs porteurs d'une fente palatine de type 5.....	242
V.2.1.4.1.	Contexte [t].....	242
V.2.1.4.2.	Contexte [k].....	244
V.2.1.4.3.	Contexte [d].....	246
V.2.1.4.4.	Contexte [g].....	248
V.2.2.	Analyses par âges	251
V.2.2.1.	Locuteurs âgés de 9 ans.....	251
V.2.2.1.1.	Contexte [t].....	252
V.2.2.1.2.	Contexte [k].....	254
V.2.2.1.3.	Contexte [d].....	257
V.2.2.1.4.	Contexte [g].....	259
V.2.2.2.	Locuteurs âgés de 12 ans.....	261
V.2.2.2.1.	Contexte [t].....	261
V.2.2.2.2.	Contexte [k].....	264
V.2.2.2.3.	Contexte [d].....	265
V.2.2.2.4.	Contexte [g].....	266
V.2.2.3.	Locuteurs âgés de 15 ans.....	267
V.2.2.3.1.	Contexte [t].....	267
V.2.2.3.2.	Contexte [d].....	270
V.2.2.3.3.	Contexte [g].....	272
V.2.2.4.	Locuteurs âgés de 18 ans.....	274
V.2.2.4.1.	Contextes [t] et [k].....	274
V.2.2.4.2.	Contextes [d] et [g].....	276
VI.	Expérience 2 : L'équation du locus comme indice de coarticulation dans l'articulation des occlusives sourdes chez les enfants atteints de fente palatine	282
VI.0.	Généralités sur la notion de l'équation du locus	282
VI.1.	Procédure expérimentale relative à l'analyse de l'équation du locus	283
VI.1.1.	Locuteurs retenus pour l'analyse de l'équation du locus.....	283
VI.1.1.1.	Locuteurs pathologiques	283
VI.1.1.2.	Locuteurs sains	284
VI.1.2.	Corpus retenu pour l'analyse de l'équation du locus.....	284
VI.1.3.	Acquisition des données	285
VI.1.4.	Mesures	285
VI.1.5.	Analyses des données relatives à l'équation du locus	286

VI.2. Résultats expérimentaux relatifs à l'équation du locus.....	286
VI.2.1. Locuteurs sains <i>vs.</i> pathologiques, 9 ans.....	288
VI.2.1.1. Analyse intra-sujet des données de l'équation du locus	288
VI.2.1.1.1. Locuteurs sains	288
VI.2.1.1.2. Locuteurs pathologiques	294
VI.2.1.2. En fonction des contextes consonantique	299
VI.2.1.2.1. Contexte [t].....	299
VI.2.1.2.2. Contexte [k].....	307
VI.2.1.2.3. Contexte [d].....	312
VI.2.1.2.4. Contexte [g].....	317
VI.2.2. Locuteurs sains <i>vs.</i> pathologiques, 12 ans.....	323
VII. Expérience 3 : La structure formantique des voyelles produites par des locuteurs porteurs de fente palatine : une étude préliminaire	333
VII.0. Introduction.....	333
VII.1. Procédure expérimentale.....	334
VII.1.1. Locuteurs retenus pour l'expérience sur F1/F2.....	334
VII.1.1.1. Locuteurs pathologiques	334
VII.1.1.2. Locuteurs sains	334
VII.1.2. Corpus retenus pour l'expérience sur F1/F2	335
VII.1.3. Acquisition des données	335
VII.1.4. Mesures	336
VII.1.5. Analyses.....	336
VII.2. Résultats	336
VII.2.1. Locuteurs sains <i>vs.</i> pathologiques à 9 ans.....	338
VII.2.1.1. Contexte [t].....	338
VII.2.1.2. Contexte [d].....	342
VII.2.1.3. Contexte [k].....	345
VII.2.1.4. Contexte [g].....	348
VII.2.2. Locuteurs sains <i>vs.</i> pathologiques 12 ans.....	353
VII.2.2.1. Contexte [t].....	354
VII.2.2.2. Contexte [d].....	359
VII.2.2.3. Contexte [k].....	362
VII.2.2.4. Contexte [g].....	365
VII.2.2.5. Comparaison des aires des triangles vocaliques des locuteurs sains <i>vs.</i> locuteurs pathologiques en fonction des contextes consonantiques.....	370
VII.2.3. Comparaison des aires en fonction de l'âge des locuteurs	372
VIII. Expérience 4 : F2/F3 d'occlusives sonores chez des locuteurs porteurs de fente palatine : le triangle consonantique	377
VIII.0. Introduction	377

VIII.1. Procédure expérimentale.....	378
VIII.1.1. Locuteurs retenus pour l'étude F2/F3	378
VIII.1.1.1. Locuteurs pathologiques	378
VIII.1.1.2. Locuteurs sains	379
VIII.1.2. Corpus retenu pour l'étude de F2/F3	380
VIII.1.3. Acquisition des données	380
VIII.1.4. Mesures	380
VIII.1.5. Analyses F2/F3 d'occlusives sonores chez des locuteurs porteurs de fente palatine	381
VIII.2. Résultats de l'analyse de F2/F3 d'occlusives sonores chez des locuteurs porteurs de fente palatine.....	382
VIII.2.1. Locuteurs sains.....	384
VIII.2.1.1. Sujets sains âgés de 9 ans.....	384
VIII.2.1.2. Sujets sains âgés de 12 ans	386
VIII.2.1.3. Sujets sains âgés de 15 ans	387
VIII.2.1.4. Sujets sains âgés de 18 ans	388
VIII.2.1.5. Comparaison des locuteurs sains en fonction de l'âge.....	389
VIII.2.2. Locuteurs pathologiques.....	391
VIII.2.2.1. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 1.....	391
VIII.2.2.1.1. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 1, âgés de 9 ans.....	391
VIII.2.2.1.2. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 1, âgés de 15 ans	394
VIII.2.2.1.3. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 1, âgés de 18 ans	395
VIII.2.2.1.4. Comparaison des locuteurs pathologiques de type 1 en fonction de l'âge.....	397
VIII.2.2.2. Pathologique de type 3	399
VIII.2.2.2.1. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 3, âgés de 9 ans.....	399
VIII.2.2.2.2. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 3, âgés de 12 ans	400
VIII.2.2.2.3. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 3, âgés de 15 ans	402
VIII.2.2.2.4. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 3, âgés de 18 ans	403
VIII.2.2.2.5. Comparaison des locuteurs pathologiques de type 3 par âge	405
VIII.2.2.3. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 4.....	407
VIII.2.2.3.1. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 4, âgés de 9 ans.....	407
VIII.2.2.3.2. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 4, âgés de 12 ans	409
VIII.2.2.3.3. Locuteurs pathologiques porteurs d'une fente de type 4, âgés de 15 ans	411
VIII.2.2.3.4. Comparaison des locuteurs pathologiques de type 4 en fonction de l'âge.....	412
VIII.2.2.4. Locuteurs pathologiques de type 5.....	414
VIII.2.2.4.1. Locuteurs pathologiques de type 5 âgés de 9 ans	414
VIII.2.2.4.2. Locuteurs pathologiques de type 5 âgés de 15 ans.....	416
VIII.2.3. Comparaison des résultats des locuteurs.....	420
Discussion.....	427
Bibliographie	447

Index des auteurs.....	499
Index des Figures.....	505
Index des tableaux.....	513
Lexique.....	515
ANNEXES.....	531
Annexe 1 : Précisions d'Anatomie.....	533
Annexe 2 : L'insuffisance vélaire.....	543
Annexe 3 : Exemples de dossiers médicaux de nos locuteurs pathologiques.....	563
Annexe 4 : Articulations compensatoires à la lumière de la cinéradiographie : une étude de cas.....	587
Annexe 5 : Expérience 1.....	589
Annexe 6 : Expérience 2.....	593
Annexe 7 : Expérience 3.....	603
Annexe 8 : Expérience 4.....	605

ANNEXES

Annexe 1 : Précisions d'Anatomie

Nous précisons qu'une partie des éléments présentés ci-dessous a été empruntée au Précis d'anatomie - 11^e édition de Oberlin, Vacher & Berthelot, à Doray, Witt, aux cours en ligne de l'université de Nantes (Université médicale virtuelle francophone) (*cf.* références en webographie) et à Veau (1931).

Le palais

a) La voûte palatine :

- Eléments osseux : ils sont composés en avant par la face inférieure de l'apophyse palatine du maxillaire, en arrière par la face inférieure de la lame horizontale du palatin. Ces quatre pièces osseuses présentent une suture en croix, formée par la suture médiane (entre maxillaire en avant et palatin en arrière) et la structure maxillo-palatine perpendiculaire à la suture médiane formant la suture cruciforme. (périoste facilement clivable). Il est perforé en avant par le foramen incisif (médian), en arrière et des deux cotés les foramens grand palatin et petit palatin.

- Plan muqueux : il recouvre le plan osseux, adhère au périoste, blanc rosé. Il présente une saillie médiane, le raphé médian, avec une surélévation antérieure en regard du foramen incisif, la papille incisive, latéralement reliefs transversaux, les crêtes palatines transverses. La muqueuse présente en arrière les reliefs de nombreuses glandes salivaires accessoires les glandes palatines.

- Vaisseaux et nerfs : cheminent par les orifices du palais

L'artère sphéno-palatine passe par le foramen incisif et **l'artère descendante** par le foramen grand palatin. Les veines sont parallèles aux artères. Les lymphatiques gagnent les nœuds jugulo-digastriques. Le territoire sensitif du palais est sous la dépendance du nerf maxillaire.

b) Le voile du palais :

Situé en arrière du palais dur, il est constitué par un élément central, l'uvule palatine. De cette partie se détachent deux replis, un en avant vers la langue le repli ou l'arc palato-glosse, un en arrière vers le pharynx le repli ou l'arc palato-pharyngien, entre les deux arcs présence d'une formation lymphoïde, la tonsille.

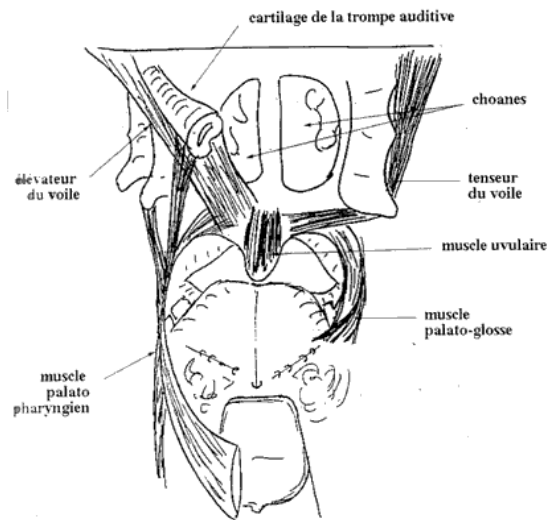
Il est constitué par une charpente fibreuse, une muqueuse, des muscles pairs (5).

- Charpente fibreuse : l'aponévrose palatine est un squelette aponévrotique solide qui sert à l'insertion aux muscles du voile. Elle se fixe sur le bord postérieur des lames horizontales de l'os palatin et sur l'aile médiane du processus ptérygoïde du sphénoïde. Elle présente un bord libre qui se perd dans l'épaisseur du voile.

- Muqueuse : elle tapisse les deux faces du voile, pourvue de glandes palatines, de bourgeons du goût, en continuité avec la muqueuse des fosses nasales.

- Les muscles : ils présentent une insertion fixe sur la base du crâne et sur le maxillaire ils se terminent sur l'aponévrose palatine. Les cinq muscles sont disposés de façon symétrique par rapport à la ligne médiane, disposés en cinq couches d'avant en arrière : **Le muscle palato-glosse, le muscle tenseur du voile, le muscle palato-pharyngien, le muscle élévateur du voile, le muscle uvulaire (azygos de la luvette).**

MUSCLES DU VOILE DU PALAIS
(vue postérieure)



(Schéma tiré du **Précis d'anatomie - 11^e édition de Oberlin, Vacher & Berthelot**)

Nous détaillons ci-dessous les principaux muscles du palais et leurs fonctions respectives.

Innervation : A l'exception du muscle tenseur du voile (nerf mandibulaire), tous les autres muscles sont innervés par le nerf vague. La sensibilité est sous la dépendance du nerf maxillaire.

Elévateur du voile :

Situé à la face inférieure de l'os temporal en avant du canal carotidien, et sur le cartilage de la trompe, son rôle est d'élever le voile au temps de la déglutition il isole le nasopharynx.

Tenseur du voile :

Concerne la fosse ptérygoïde et la base du crâne en regard de la fosse, et le cartilage de la trompe. Ce muscle présente un tendon intermédiaire qui se réfléchit dans le sillon de l'hamulus pterygoïdien, ce tendon divise le muscle en une partie horizontale et une partie verticale. Il a pour rôle d'être tenseur du voile et dilatateur de la trompe. L'innervation est réalisée par le nerf mandibulaire .

Muscle uvulaire : mince sur la ligne médiane, origine sur le bord postérieur de la voûte, terminaison dans l'uvule, il élève l'uvule.

Palato-glosse : appartient au voile et à la langue, détermine l'arc antérieur. Ce muscle prend son origine au niveau de la face inférieure de l'aponévrose et continue à la base et au bord de la langue. Il rétrécit l'isthme du gosier en rapprochant les deux arcs et abaisse le voile.

Palato-pharyngien : détermine l'arc postérieur.

Prend son origine au niveau de la face postérieure de l'aponévrose, de l'hamulus pterygoïdien, du cartilage de la trompe (trois faisceaux). Continue vers la paroi du pharynx, et le bord postérieur du cartilage thyroïde.

Ce muscle abaisse le voile, il élève le larynx et le pharynx, dilate la trompe, rétrécit l'isthme nasopharyngien.

Lors de la déglutition, le voile se lève, s'applique sur l'oropharynx pour fermer la communication avec le pharynx ; lors de la respiration abaissement du voile passage de l'air. Synergie tubo-velaire, ouverture et

fermeture de la trompe en relation avec les mouvements du voile rôle dans l'audition. Lors d'atteinte du nerf vague unilatérale il existe une asymétrie du voile (uvule déplacée du côté sain) peu de gêne sur le plan fonctionnel ; si l'atteinte est bilatérale important trouble de la déglutition et de la phonation.

Structure_ Anatomie chirurgicale (selon Veau 1931)

Le palais dur : La fente est constante, tout est rigide. Le but de l'opération sera de trouver des éléments pour cibler la perte de substance. Il faut ensuite assurer la coaptation ainsi que la vitalité des lambeaux mobilisés.

Le palais mou : La fente est essentiellement variable, tout est élastique. Il y a toujours assez d'étoffe pour un rapprochement transversal, mais le problème ici sera d'assurer une suture suffisamment solide pour que la désunion ne se produise pas sous l'influence de mouvements inévitables.

L'os se développe après la naissance, c'est pourquoi il est impossible d'opérer un nouveau né.

Grâce à de multiples photos de squelettes d'enfants ayant une fente palatine, il a été possible de voir la profondeur de ces fentes, ainsi que l'écart existant entre les différentes lames palatines.

La méthode de Brophy

La voûte palatine fendue d'un bec de lièvre unilatéral total est constitué de quatre segments :

- Les lames palatines (2 segments)
- La fente vraie (il s'agit de la portion comprise entre le bord interne de la lame palatine fendue et le promontoire du vomer incurvé)
- La portion du vomer incurvé

Selon la théorie de Brophy, cité par Veau (1931), la fente proviendrait de deux hypothèses. D'abord, il donne l'atrophie des lames palatines ; les lames palatines, arrêtées dans leur développement, ne sont pas arrivées en contact. L'écart de ces lames mesure alors le degré d'atrophie. Ensuite, il parle de l'écart des tubérosités maxillaires. Ici chacune des lames est normale, mais les tubérosités maxillaires se sont écartées. La dimension de la fente représente alors l'étendue de l'écart.

Le docteur Veau annonce que, suite à une étude qu'il a pu mener sur un fœtus d'environ quatre mois, découpé en séries, la conception imaginée par Brophy chez le nouveau-né est inexacte pour le fœtus. Selon lui, l'écart des maxillaires n'est ni la cause, ni la conséquence des divisions palatines.

Le squelette est la charpente rigide du palais dur, segment fixé de la cloison vélo-palatine. L'aponévrose (membrane fibreuse qui enveloppe le muscle) et les muscles sont l'armature du palais mou, clapet mobile entre le pharynx nasal et le pharynx buccal. Dans le palais fendu, l'aponévrose est d'un volume très réduit. Les muscles, qui ne sont pas atrophiés chez l'enfant, ont été modifiés par le fait de la déhiscence (fait de l'organe clôt qui s'ouvre soi-même).

Voici le schéma classique que Faraboeuf (cité par Veau, 1931) donne du palais normal :

Il le divise en trois parties ; le tiers antérieur, aponévrique, le tiers moyen, musculaire, et le tiers postérieur, muqueux.

Sur le palais fendu, le tiers antérieur névrotique manque, de l'aponévrose (voir schéma 8), il reste un trousseau fibreux solide qui s'attache à l'os. Il n'existe pas de vraie aponévrose palatine dans la division palatine.

Il est alors possible de concevoir l'évolution morphologique du palais normal, afin d'expliquer l'état anatomique du palais fendu, de façon théorique. Normalement, les muscles venus de la région postérieure se soudent sur la ligne médiane, et forment une sangle tirée fortement en arrière par le péristaphylin interne (qui tire vers le haut) et le pharyngo-staphylin (qui tire vers le bas)(voir schéma 1). Cette sangle tend à s'éloigner des lames palatines osseuses. L'aponévrose couvre ainsi l'espace découvert.

Par le fait de la malformation, les muscles qui se développent avec une vigueur normale ne se rejoignent pas sur la ligne médiane, et la sangle n'est pas constituée.

Les muscles, séparés, ne pouvant plus tirer sur le voile, l'aponévrose n'a plus raison d'être, et ne se forme donc pas. Si le voile n'a pas sa longueur normale, ce n'est pas parce qu'il est atrophié, c'est parce que, la sangle ne s'étant pas constituée, les muscles n'ont pas tiré, et le voile ne s'est pas allongé. L'aponévrose, qui était la conséquence de cet allongement, ne s'est pas formée. Le voile n'a pas sa longueur, il n'y a pas d'aponévrose et cette absence d'aponévrose est la conséquence, et non la cause de la brièveté du voile, qui n'est pas une atrophie.

Le voile n'est qu'un muscle, il joue son rôle de clapet dans la respiration, et dans la déglutition ; il n'est jamais au repos. Lorsqu'on pense à la fonction capitale de la déglutition chez le jeune enfant, qui tète, ou suce dès qu'il ne dort pas, on peut prévoir l'énorme volume relatif que possèdent les muscles du voile du palais à cet âge.

Dans le voile fendu, tous les muscles existent. Seulement, ils sont modifiés par le fait de la non coalescence médiane, mais ils sont tous là dans leur intégrité. Le péristaphylin interne est uniquement un muscle du voile. Le voile étant fendu, il perd toute sa fonction. Il est volumineux chez l'enfant mais, comme il n'a d'action que sur le voile, il ne peut avoir aucun rôle d'adaptation, ni de suppléance. Il conserve une partie de son volume, mais c'est un organe stérile ; il se contracte à vide.

A l'inverse, le pharyngo-staphylin est à la fois un muscle du pharynx, et du voile. En tant que muscle du pharynx, il conserve son rôle actif, et comme la nature cherche toujours à suppléer une fonction déficiente, c'est au pharyngo-staphylin que ce rôle est dévolu, et ce muscle prend, avec l'âge, une importance considérable.

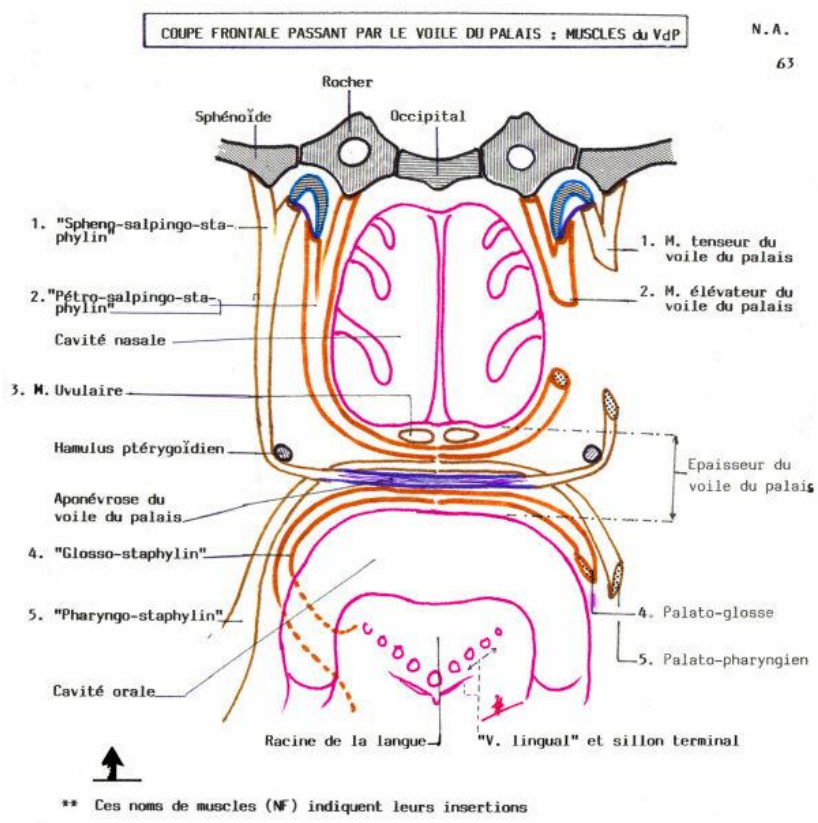
Le pharyngo-staphylin est le muscle le plus important et le plus compliqué car il est formé de deux parties d'inégal volume, séparées par le péristaphylin interne auxquelles vient se réunir une troisième partie.

- La partie principale forme une nappe continue, placée immédiatement sous la muqueuse buccale doublée des glandes et du glosso-staphylin. Les fibres externes, peu importantes chez les enfants, s'attachent au bord postérieur de la lame palatine osseuse, plus superficiellement que l'aponévrose palatine. Au niveau du sommet de l'os, quelques fibres s'attachent sur le bord externe de l'épine palatine.

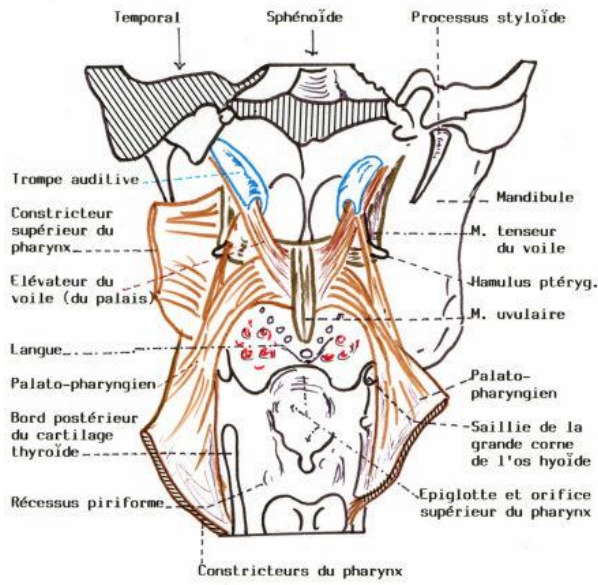
Les fibres situées en dedans de ces dernières se poursuivent dans le muscle de la fente pour se fixer sur l'os. Les fibres moyennes, les plus importantes, constituent chez l'enfant un corps charnu, épais de plusieurs millimètres et formé de fibres bien rouges. Elles se perdent sur la muqueuse du bord libre. Les fibres les plus postérieures, qui forment le pilier du bord postérieur, s'incurvent au niveau de la luette, confondues avec l'azygos.

- Le faisceau supérieur est formé par les fibres internes du muscle, confondues avec celles qui vont à la luette. Mais, au lieu de se terminer directement dans la muqueuse du bord libre, elles poussent en avant, sous la muqueuse nasale. Ce faisceau, chez l'enfant, est beaucoup moins important que le précédent.
- Le faisceau ptérygoïdien (voir schéma 3) s'insère de l'aile interne de la ptérygoïde, bord postéro-interne. Chez l'enfant, les fibres forment un petit faisceau aplati, large de un cm environ. Chez l'adulte, ce faisceau est plus grand, et plus compliqué. Au niveau de ses insertions, ce faisceau est nettement externe et plus profond que la partie principale superficielle du muscle. Il croise obliquement le bord externe du faisceau principal avec lequel il se confond.

Les schémas ci-dessous ont été tirés des « schémas d'anatomie » du site internet de l'université de médecine de Brest. (Dernière mise à jour en novembre 2000). Il s'agit de représentations de sujets sains.

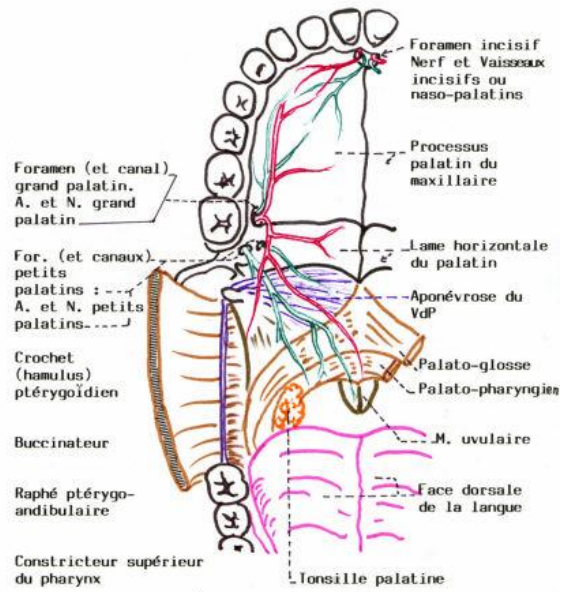


MUSCLE du VOILE du PALAIS



PALAIS en VUE INFÉRIEURE
[Palais dur et Voile du palais ou palais mou]

N.A.



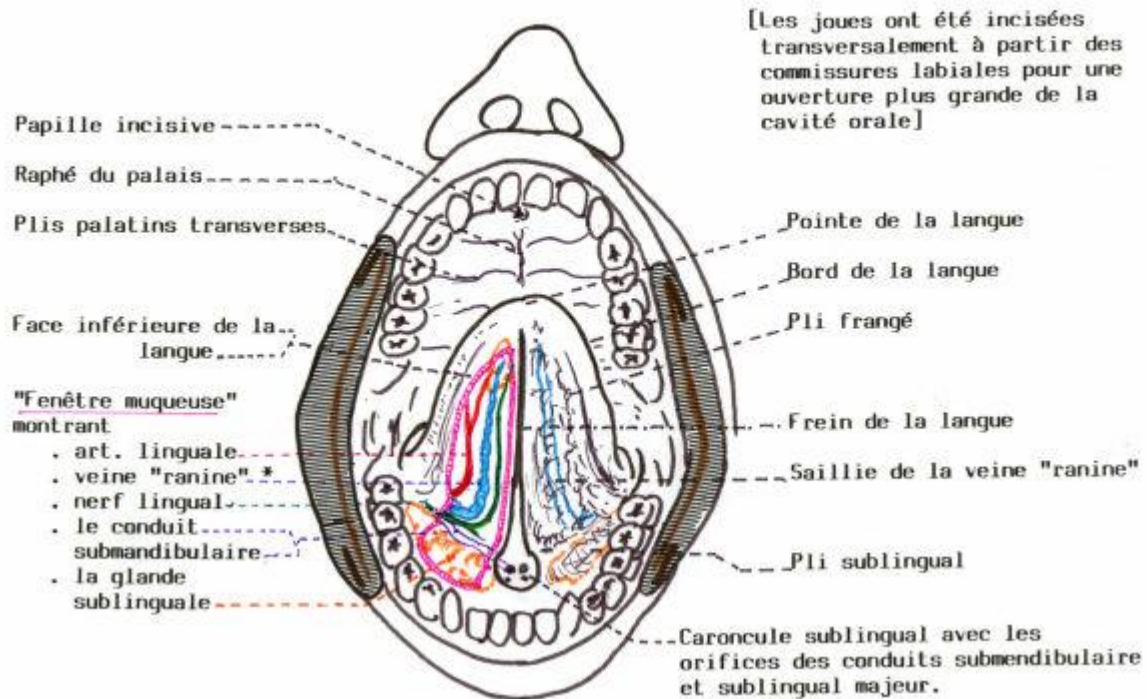
VAISSEAUX et NERFS SENSITIFS

29

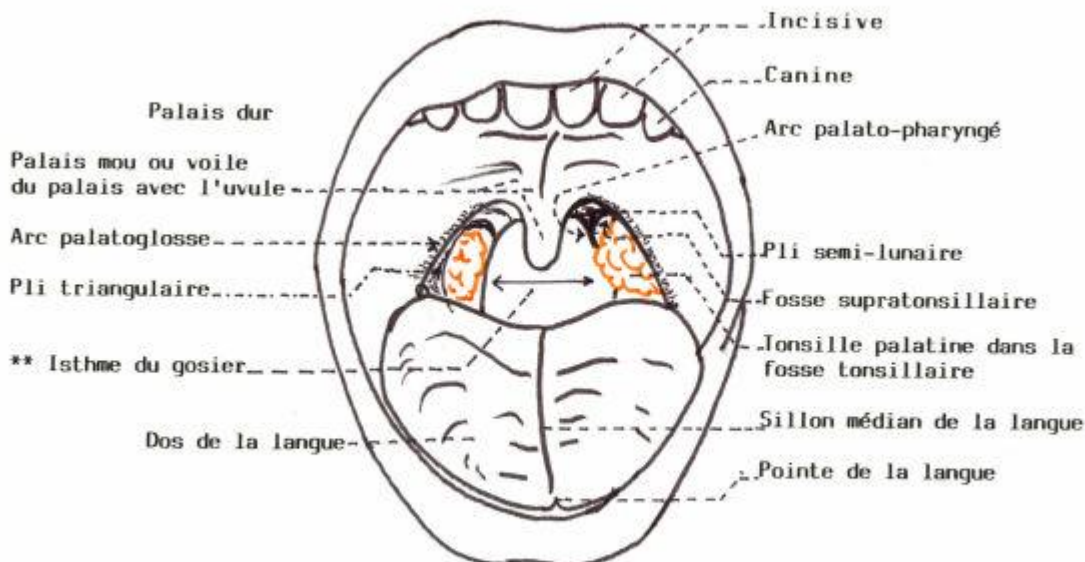
PALAIS . LANGUE RELEVÉE MONTRANT SA FACE INFÉRIEURE

N.A.

61

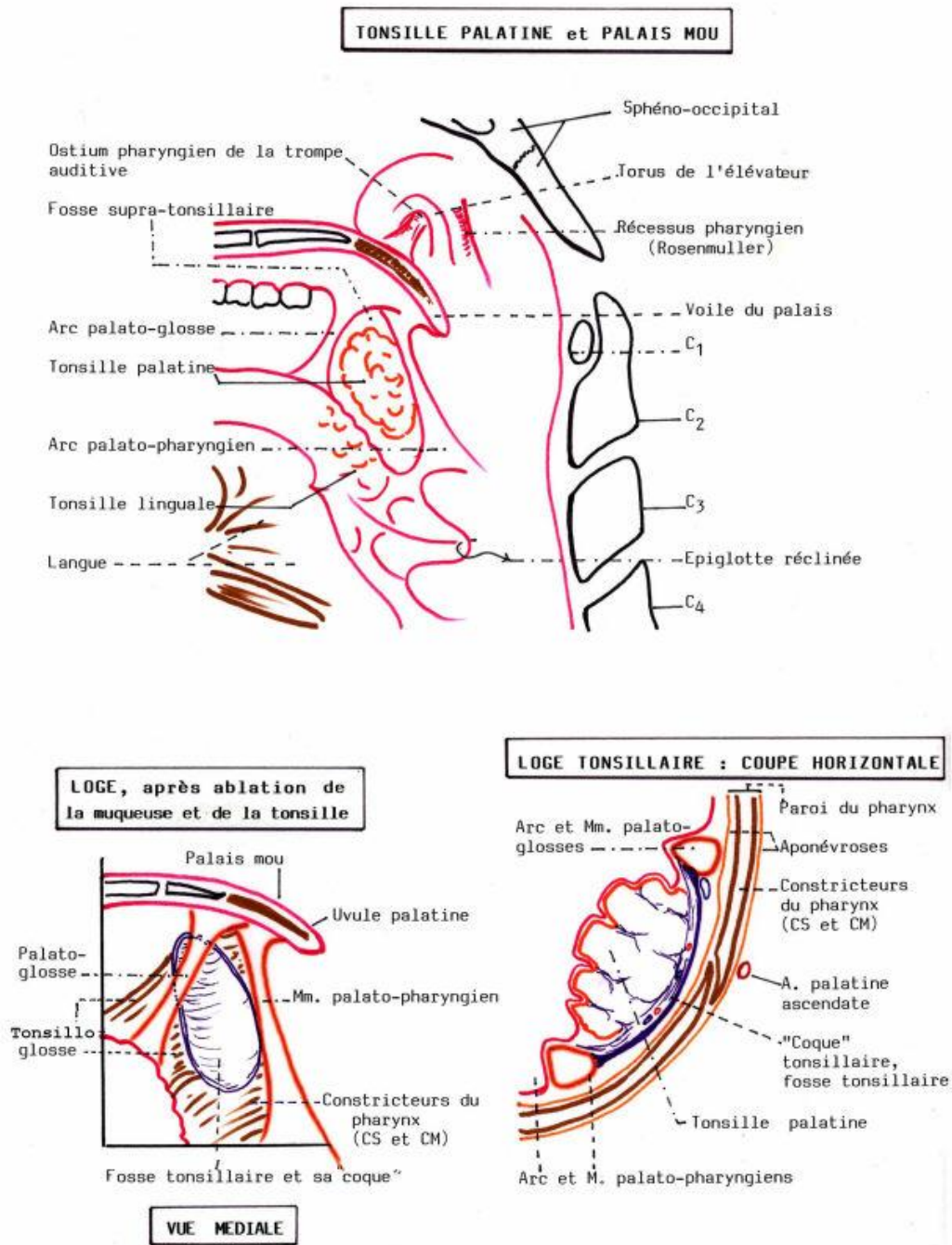


BOUCHE OUVERTE : PALAIS, GOSIER, LANGUE



* V. ranine : segment initial de la veine linguale superficielle dite satellite du XII

** Gosier ou fauces : espace entre le palais mou et la base de la langue. L'isthme du gosier est limité latéralement par les arcs palatoglosse et palatopharyngien droit et gauche.



Malgré les progrès du développement technique de la chirurgie pour la palatoplastie, environ 15 à 25% des patients conservent des problèmes d'incompétences vélopharyngées suite à la première opération (Morris, 1973 ; Marrinan *et al.*, 1998). Lors de sérieux problèmes, les enfants commencent une thérapie, avec ou sans appareil dentaire, et une seconde opération chirurgicale est parfois nécessaire.

Pour la correction chirurgicale des incompétences vélopharyngales dans le cas des fentes palatines, une opération de rabat du pharynx est le traitement le plus efficace, permettant la fermeture vélopharyngale. Ce procédé peut en revanche causer certaines complications telles que l'hyponasalité, des difficultés pour la respiration nasale et des apnées du sommeil (Morris *et al.*, 1995 ; Sloan, 2000).

Une nouvelle opération du palais par chirurgie "repushback" est une procédure plus biologique, réalignant les muscles vélopharyngaux sans perturber la structure anatomique normale du vélopharynx. Cette opération n'est cependant pas toujours suffisante (réussie) et l'incompétence peut persister (Sommerland *et al.*, 1994).

Nakamura et al (2003) ont reporté les résultats de 15 enfants qui avaient des problèmes d'incompétence après une première opération du palais et qui ont été opérés suivant ce procédé. Ils notent que dans 53% des cas, l'incompétence disparaît totalement avec un ratio entre la longueur du velum et la largeur du pharynx qui augmente significativement, se rapprochant de celui des locuteurs de contrôle. En revanche, dans 47% des cas, le problème persiste, et même si la mobilité du velum était améliorée dans tous les cas, le ratio longueur velum/longueur pharynx post-opératoire n'était pas adéquat.

Dans des études antérieures, la question se posait de savoir si la petite longueur du velum était un résultat du développement vélaire prénatal déficient ou d'une atrophie non fonctionnelle (due à l'inertie) (Mazaheri *et al.*, 1977).

D'une façon ou d'une autre, c'est leur différence de morphologie qui entraîne un dysfonctionnement vélopharyngal. Nakamura *et al.* (2003) ont donc essayé de caractériser la structure vélopharyngale de ces patients.

De nombreuses techniques ont été développées afin d'évaluer la morphologie et la fonction vélopharyngale. En effet, on a, par exemple, la céphalométrie, la tomographie, la vidéofluoroscopie, ou encore l'endoscopie nasopharyngale. Chaque technique a ses avantages et ses inconvénients.

La céphalométrie est une procédure radiographique fondamentale pour la mesure des os et des tissus mous craniofacial.

La vidéofluoroscopie et l'endoscopie nasopharyngale permettent un temps d'examen plus long et une vision précise de la structure du mécanisme vélopharyngal (Wu *et al.*, 1996).

De nombreux facteurs contribuent à l'incompétence vélopharyngale :

1. La longueur, fonction et posture du velum
2. La largeur et profondeur du nasopharynx
3. L'activité de la paroi pharyngale latérale et postérieure

De nombreux auteurs (Subtelny *et al.*, 1972 ; Mezaheri *et al.*, 1994 ; Wu *et al.*, 1996 ; D'antonio *et al.*, 2000) ont analysé les caractéristiques vélopharyngales de façon céphalométrique et suggèrent une variété de prédictions préopératoires pour la fonction vélopharyngale chez les patients atteints de fente palatine.

On peut se poser encore la question à savoir si une structure vélopharyngale déséquilibrée est le résultat d'un développement vélaire prénatal déficient ou le résultat d'une divergence du développement craniopharyngal.

Comme la morphologie craniofaciale diffère selon le type de fente et les caractéristiques individuelles (âge, sexe), les groupes d'enfants ont été faits en fonction de l'âge et du sexe : l'étude est donc basée sur 7 locuteurs souffrant d'incompétences vélopharyngales, 14 locuteurs ayant des compétences vélopharyngales, et 20 locuteurs de contrôle.

On sait que les enfants avec une fente palatine présentent une morphologie craniofaciale anormale à cause de divers facteurs tels que les déficiences développementales intrinsèques, des déformations fonctionnelles affectant la position et la croissance des deux parties du palais, normales et anormales, et des facteurs "introgenics" introduits par l'opération du palais.

Selon une analyse de Ross (1987) sur 538 garçons ayant une fente palatine totale, ils présenteraient une diminution de la taille verticale du maxillaire, un « midface » peu profond résultant surtout d'un maxillaire plus petit et d'une position postérieure du velum.

Wada *et al.* (1997) analysent la croissance nasopharyngale de 80 patients et de 82 locuteurs de contrôle. Ils suggèrent que la disharmonie morphologique des structures nasopharyngales supérieures peut être un facteur possible contribuant à l'incompétence vélopharyngale, et de telles disharmonies peuvent résulter d'une inhibition (gène) de la croissance du maxillaire postérieur.

On sait que la fermeture vélopharyngale peut être accomplie par des mouvements vers le haut et vers l'arrière du velum par une constriction synchronisée du muscle levator palatin, du palatopharyngal et du constricteur supérieur (Millard, 1980).

Lors de la phonation, la fermeture vélopharyngale dépend du vecteur de la constriction du muscle de la base du crâne et du pharynx postérieur au palais. Un palais velum trop petit dû à un développement vélaire déficient accentue les difficultés de fermeture vélopharyngale et en conséquence, les incompétences vélopharyngales persistent après la chirurgie palatale chez ces patients. Une énergie plus grande est demandée chez ces enfants lors de la production des sons.

Annexe 2 : L'insuffisance vélaire

L'incompétence vélo-pharyngée est la pathologie de la parole qui a véritablement marquée la naissance de l'orthophonie moderne en France, avec Borel-Maissony et Veau, dans les années 1960.

Selon la définition du concept d'incompétence vélo-pharyngée proposée par Lermoyer (1892), il s'agirait d'un "défaut d'adaptation anatomico-fonctionnelle entre le voile du palais et le pharynx en cours de phonation".

En 1964, Braithwaite décrit la synergie fonctionnelle entre les muscles péristaphylin interne et pharyngo-staphylin, qui aboutit au mouvement de recul et à l'ascension du voile synchrone de la contraction du constricteur supérieur du pharynx. Demarquay (1825) décrit la première division sous muqueuse du voile.

A. Le cas des insuffisances vélares dans les cas de fente palatine

Tel que nous l'avons énoncé précédemment, le Vibrateur laryngé ne fonctionne pas de façon autonome ; il se trouve au fond des cavités de résonance, qui exercent sur lui une importante action en retour appelée "accord phono-résonantiel". Il est donc indispensable de parvenir à un rapport harmonieux entre les fréquences propres des résonateurs et le rythme d'impulsions laryngées, c'est-à-dire la fréquence du fondamental. Si ce rapport n'existe pas, la vibration laryngée est difficile et demande un effort musculaire plus important pouvant aboutir à une dysphasie témoignant d'un dysfonctionnement des résonateurs, comme par exemple en cas d'insuffisance vélaire.

A.1. Impact sur la parole

Il est impossible pour les enfants atteints de fente palatine d'acquérir, avant l'opération, une parole intelligible avec un système phonologique complet. En effet, ils rencontrent un problème pour marquer les oppositions phonologique, qui va engendrer un problème d'adaptation à leur entourage. Lentin (1983) souligne, dans sa thèse, que l'enfant apprend grâce aux échanges avec l'adulte, il utilise ainsi la parole adaptée apportée par l'adulte.

Nous allons voir, dans cette section, les incidences de l'insuffisance vélaire sur le langage et ses conséquences sur les interactions de l'enfant.

A.1.1. Impact sur l'acquisition de la parole

Rappelons que les réalisations phoniques apparaissent dans un certain ordre mais avec des chevauchements et de grands écarts de temps selon les enfants, cette fourchette étant encore plus large chez les porteurs de fente palatine.

A la naissance, la fente palatine n'est pas gênante pour les productions vocales brèves et de faible intensité. L'enfant apprend à utiliser son larynx et sa respiration de manière coordonnée et à contrôler la puissance du souffle en vue de l'intensité vocale désirée. C'est au stade du babillage que le développement d'un enfant porteur d'une fente différera de celui d'un enfant sain.

La phonation des divisions palatine doit être appréciée compte tenu de tous les facteurs possibles. On doit de plus tenir compte des modifications phonétiques possibles dues à la croissance, la fonte des végétations ou encore à la modification de la bouche et des dents.

Afin de mieux comprendre les difficultés des enfants porteurs de fente palatine lors de l'acquisition du langage, nous allons présenter ci-dessous les différents stades d'apprentissage avant que

L'enfant ne maîtrise sa parole. Cette section est surtout basée sur les travaux de thèse de phoniatrice de Péri (1996) et Mousset (1989).

1. Les premières émissions vocales

A la naissance, la fente palatine n'est pas une gêne pour les premières émissions vocales consistant en des cris et/ou des émissions vocales brèves, de faible intensité, vocoïdes de type [œ] central. L'enfant apprend à utiliser son larynx et sa respiration d'une manière coordonnée et à contrôler la puissance du souffle en vue de l'intensité vocale désirée.

En revanche, des problèmes d'alimentation persistent et la position de la langue peut aggraver les malformations : la langue se tient en retrait par rapport à la position normale, la base occupe massivement le pharynx et l'élargit, tandis que la pointe remonte par intermittence jusque dans les fosses nasales et dévie la croissance des lames palatines (Malek & Psaume, 1983). Ces déformations supplémentaires auront des conséquences sur la parole.

2. Les roucoulements

Vers deux mois apparaît une période d'exercices faisant intervenir le voile où dominent, entre deux voyelles centrales, les sons vibrants produits entre la partie dorsale postérieure de la langue et le voile du palais. Les sons, étant le plus souvent "arreu" et "aga", font intervenir l'ensemble de l'isthme buccopharyngé (la langue, le voile du palais, la luette et les piliers). Lors de ces productions, le voile ferme normalement le rhinopharynx, la langue se relève et vient au contact du voile par sa partie dorsale. L'ensemble vibre alors sous la pression de l'air expiré.

Certains enfants porteurs d'une fente palatine produisent à trois mois (avant l'opération) des sons comparables, articulés contre la partie dorsale de la langue, refluee et élargie en direction du pharynx. Ces sons semblent plus postérieurs, ce sont des sons "gutturaux" localisés dans le pharynx. En cas d'intervention précoce, vers trois mois, l'activité vibratoire du voile reconstitué contre la partie dorsale de la langue peut être réalisée. Le son est alors nettement antérieur et transcrit en vrai [r]. On peut également noter l'apparition de consonnes vélares [k] et [g] (Vinter, 1994).

En revanche, si le voile et le palais dur sont ouverts, l'enfant n'accède pas à cette phase d'articulation postérieure simple du fait de son incompetence vélopharyngée. Il se limite alors aux coups de glotte. Tout enfant émet des coups de glotte lors des premiers mois, l'activité glottale fait partie des premières productions du nourrisson. Normalement, lors de l'apprentissage phonologique, cette activité est remplacée par la production de mouvements articulatoires postérieurs simples (Mousset, 1987).

Si la staphyloorrhaphie est effectuée tard, le système compensatoire (incluant les coups de glotte) aura tendance à s'alourdir et sera d'autant plus difficile à supprimer.

3. Les gazouillis : une étape exploratoire

Lorsque le voile est reconstitué de façon précoce, l'enfant exerce une activité de léchage des lèvres et des arcades. La langue, maintenue en avant par la sangle vélaire reconstituée, explore activement son nouvel habitus avec des mouvements amorçant les articulations futures des consonnes alvéolaires (Mousset, 1989). Ces premiers exercices vocaux s'accompagnent ou sont suivis de tentatives de production laryngées et buccales beaucoup plus diversifiées. L'enfant émet alors une grande variété de bruits de bouche et surtout des voyelles ressemblant aux /a/ et /oe/, prolongées par des variations mélodiques. Les productions s'enrichissent, témoignant d'une maîtrise progressive de l'activité laryngée concernant la durée, la hauteur et l'intensité. Chez les enfants ayant une fente palatine, l'acquisition des praxies bucco-linguo-faciales est perturbée par la malformation. Les productions constituent pourtant une étape

fondamentale de l'évolution du registre phonologique. Dès lors, l'enfant prend un retard, dans le domaine de l'oralité, qui va être difficile à rattraper (Dordain & Péri, 1985). Les voyelles produites par des enfants ayant une fente palatine ont une durée plus courte avant, mais plus longue après la véloplastie, avec davantage de variations mélodiques (Mousset, 1989).

Les parents, plus présents à cette période, jouent un grand rôle. En effet, ils se mettent à parler avec l'enfant, chose qu'ils ne faisaient pas avant, du fait de leur anomalie.

L'intervention précoce modifie la voix de l'enfant, qui devient alors plus haute et plus claire. Cela s'explique par la diminution post-opératoire globale du pharynx bucco-nasal. Celui-ci est alors séparé en deux petits résonateurs, qui amplifient moins les fréquences graves et augmentent les fréquences aiguës. La voie de l'enfant peut également sembler plus grave après l'opération. Les voyelles sont alors plus longues, moins toniques et semblent plus faciles à produire.

4. Les babillages

L'enfant combine ensuite les activités laryngées et linguales avec d'autres activités proches du mâchement. Il donne alors l'impression d'avoir un enchaînement de syllabes.

Le babbling, lallation ou babillage présente des mouvements articulatoires répétés pendant la production sonore au cours d'un seul cycle respiratoire. Jansonius-Schultheiss, Van der Stelt et Koopmans Van Beinum (1985) ont trouvé une corrélation entre l'âge d'apparition des activités du mâchonnement et le début du babillage. Cette période, très importante dans la mesure où elle préfigure l'acquisition de la structure syllabique de la parole, se caractérise par des exercices faisant intervenir tantôt les lèvres, tantôt la partie antérieure ou postérieure de la langue. Avec suffisamment de tonicité, l'enfant pourra émettre les syllabes /pa/, /ta/ et /ka/. C'est à ce stade que les enfants porteurs de fente palatine non opérée se trouvent dans l'incapacité de suivre l'évolution de ses pairs. En effet, même si l'enfant a pu émettre des roucoulements et exercer la musculature de son pharynx, le voile divisé ne lui permet pas d'occlure son rhino-pharynx, empêchant l'obtention d'une pression intra-buccale suffisante pour la réalisation des consonnes [p t k]. De plus, le babillage est empli de nasonnements. Ces enfants parviennent à la structure syllabique, mais seulement avec les sons [m, n, w, j].

Chez l'enfant opéré précocement, les syllabes sont de bonne qualité, incluant des émissions vocales avec des occlusives dès l'âge de huit mois (Trichet, 1987), comme chez un enfant sans fente palatine.

La différence entre les enfants opérés de façon précoce et ceux opérés de façon tardive est plus visible dans cette phase de babillage. Vers l'âge de deux ans, les enfants opérés précocement vont produire des énoncés spontanés intelligibles. Vers l'âge de trois ans, les deux groupes de rejoignent, seule une petite partie des enfants opérés ont un langage nécessitant une nouvelle opération chirurgicale.

Les interactions avec l'adulte sont, à ce stade, très importants (voir Anexe 2, section A.1.2, sur les interactions).

5. Acquisition phonétique.

A ce stade, le système consonantique est réduit aux nasales. Le système d'opposition commence à s'ébaucher lorsque le sens est décelable. Les premiers mots contiennent généralement en majorité des occlusives labiales et alvéolaires (Mousset, 1989). Chez les enfants dont la fente palatine a été opérée tardivement, les /pa/ sont impossibles à réaliser, ils produisent alors /ma/, /na/ ou /gna/. Les voyelles sont nasonnées et indistinctes. En tentant de réaliser /maman/ et /papa/, ils produisent /nana/ et /mama/, ou alors l'occlusion glottale est utilisée pour remplacer les occlusives orales et les opposer aux consonnes nasales. De la même façon, des semi-voyelles s'ajoutent à ce système, et se répartissent de la

même façon pour prendre la place du phonème (constrictive voisée). L'enfant est alors capable de faire des oppositions, preuve qu'il acquiert le système phonologique, même s'il est incapable d'en rendre compte au niveau articulatoire. Si l'enfant est opéré à 6 mois, l'occlusive /k/ est acquise et s'oppose à /t/ et /p/. Si seul le /k/ est réalisé, il se peut qu'il existe un trou résiduel dans le palais dur, et cette communication bucco-nasale représente une gêne considérable pour la réalisation des occlusives situées en aval du trou palatin (Mousset, 1989 ; Goldsmith, 1984).

6. Développement du langage : les premières oppositions

Pour Jakobson (1941), l'impression auditive est plus importante que la réalisation motrice pour l'élaboration des premières oppositions phonétiques. Selon Jakobson et Waugh (1980), l'enfant, dans ses premières tentatives de langage, extrait les traits distinctifs primordiaux de la somme de traits qu'ils perçoit dans le discours que lui adresse les adultes, et le déploiement des bases phonétiques commence chez l'enfant dès le stade holophrastique, c'est-à-dire avant l'émergence des premières règles strictement grammaticales.

La théorie de Jakobson (1963), de fait fondée sur la perception, se base sur le fait que les premiers mots reconnus par l'entourage contiennent surtout des occlusives labiales et alvéolaires. Pour lui, le phonème est une unité abstraite, linguistiquement fonctionnelle, définie par un réseau relationnel de différences et ayant une valeur propositionnelle dans un système.

Selon Liberman et Mattingly (1985), la reconnaissance des sons entendus ne peut se faire que par l'intermédiaire de l'ébauche motrice de la production de ces phonèmes. Selon eux, les phonèmes sont des productions phonatoires, des comportements différenciés qui deviennent possibles à un certain moment de la maturation et sont fixés en habitude par l'entourage. Cependant, la pathologie apporte de nombreux arguments contrariant cette hypothèse ; en effet, les recherches ont montré que les enfants paralysés au niveau moteur, et donc incapables d'articuler un son, avaient la possibilité de comprendre le langage, de la même façon que les enfants ayant une insuffisance vélaire importante parviennent à s'approprier le langage. Certains faits s'expliquent tout de même par cette théorie ; le trouble de retard du langage, qui se manifeste par des confusions perceptives de phonèmes, est fréquent chez les enfants ayant des séquelles de fente palatine. Ces troubles peuvent engendrer des problèmes de dysorthographe, avec confusions de phonèmes à l'écrit.

Llorach (1968) a fait une synthèse de ces deux théories : comme Jakobson, il fonde l'élaboration du système phonologique sur la perception auditive de traits distinctifs mais il tient davantage compte de la difficulté pour l'enfant à reproduire ces traits de manière efficace (Vinter, 1994). Nicolas (1987) montre que l'élaboration du système n'est nullement schématique.

Chez les enfants porteurs de fente palatine, la malformation est une gêne pour l'articulation des phonèmes, et l'audition est altérée, provoquant une gêne pour la perception des traits distinctifs de la parole de l'adulte. A la fin de la deuxième année, l'enfant assemble deux mots avec une intonation proche de celle de l'adulte. Après trois ans, quelques troubles caractéristiques de la malformation persistent, tels que la postériorisation (Mousset, 1989), surtout pour les apico-alvéolaires [t] et [d], les labiales [p] et [b], et parfois les constrictives [s]-[ʃ] et [f] (Goldsmith, 1984). Après fermeture du palais, la postériorisation reste importante, (48% des cas pour Treaton (1959)), comme l'antériorisation (sigmatisme interdental ou latéral introduisant la langue dans la brèche alvéolaire) (Baylon-Campillo *et al.*, 1987), exemple : /noninI/ pour saucisson.

Péri (1996) remarque que les parents acceptent mieux l'antériorisation que le bruit désagréable de la postériorisation et des troubles liés à la fonction labiale (problème pour [pbvf], mais ces problèmes sont plus rares grâce aux nouvelles techniques chirurgicales).

7. Coups de glotte

Selon Koopmans, Van Beinum et Van der Stelt (1979), tout enfant de six semaines émet des coups de glotte lors du simple mouvement expiratoire. Ces mouvements disparaissent au stade du babillage. O'gara, Logemann (1985) s'intéressent à la production de coups de glotte en tant que phonème, qui devient support de signification chez l'enfant porteur de fente palatine. Vers dix-huit mois, la production des coups de glottes est moins fréquente (selon une étude sur trois enfants ayant une fente palatine). Dorf (1982) se place en faveur de l'intervention précoce ; selon une étude menée sur 80 enfants, c'est l'âge d'articulation, ou stade de développement phonémique, au moment de la répartition, qui détermine le type d'articulation qui sera observé par la suite. Selon les observations de Petit et Borel-Maisonny (1964) et Malek et Trichet (1985), les coups de glotte disparaissent facilement tant qu'ils ne sont pas devenus support de signification. L'apparition de coups de glotte prouve que l'enfant est capable de repérer des traits d'opposition et qu'il tente de les réaliser.

Certaines irrégularités peuvent être dues à un mauvais dosage de l'énergie articulatoire et de la tonicité linguale et des difficultés d'élimination des laryngales et pharyngales chez l'adulte.

Henningson et Isberg (1986) ont radiographié la zone vélopharyngée pendant l'articulation des consonnes en vue de profil et de face et ont ainsi constaté que l'articulation de l'occlusive a lieu dans la zone articulatoire attendue et s'accompagne, lorsque le locuteur est rééduqué, de contractions vélopharyngées à l'âge adulte. Le coup de glotte est un mouvement simple alors que les nouvelles articulations exigent une synergie et une bonne coordination de mouvements labiaux ou linguaux avec la fermeture vélopharyngée.

Les enfants sont plus intelligibles lorsqu'ils ont recours à l'occlusive glottale pour marquer le trait de non voisement. La présence d'un trou résiduel rend la réalisation d'une pression intra-buccale, nécessaire pour les occlusives et les constrictives, impossible. La zone d'articulation est alors reportée à l'arrière de ce trou pour les productions de /m n k g j w r/ et /ç/, et le timbre des voyelles est moins nasonné que dans le cas d'insuffisance vélaire. La dyspraxie accompagne souvent ces troubles ; on observe alors des difficultés pour la coordination des mouvements, pour aspirer, et pour souffler.

Cette partie, détaillant les différents stades d'acquisition de la parole chez l'enfant, au niveau phonétique, nous permet de cibler plus précisément les différences de production entre les enfants porteurs de fente palatine et leur pair sans trouble de la parole. Ainsi, le développement de la parole diffère dès l'âge de 2 mois chez les deux groupes d'enfants. En effet, les enfants porteurs de fente procèdent déjà à des déviations articulatoires dès le plus jeune âge.

A.1.2. Au niveau de l'intégration de l'enfant (interaction avec son milieu)

Il semblerait, comme l'on noté Bzoch (1979), Mc Williams (1984) ou Morris (1990), que les enfants porteurs de fente palatine aient un retard de langage (phrases plus courtes, vocabulaire moins riche, construction syntaxiques moins variées), ne rejoignant les enfants sans trouble de la parole que vers 5 ans et 3 mois. Selon Harrison et Philips (1969), ce retard serait uniquement du à la mauvaise compréhension des parents qui offrent un retour moins riche à l'enfant. Malgré tout, les enfants pathologiques suivent des cursus identiques aux autres enfants.

En ce qui concerne l'acquisition et l'organisation en système d'unités distinctives, les enfants opérés tardivement présentent un retard, par rapport aux autres, dans l'établissement d'un circuit audiophonatoire. Au sujet de la communication verbale et l'acquisition de signifiant stables et reconnaissables, les différentes recherches montrent qu'il est rare de trouver une communication comparable à un enfant de deux ans sans problème chez un enfant porteur de fente palatine, ce qui semble aller de soi. En effet, la production de ces locuteurs pathologiques reste limitée à l'entourage immédiat et dépend beaucoup des efforts des parents pour communiquer avec leur enfant, ainsi que de leur tolérance à l'égard du nasonnement et des troubles d'articulation.

Mousset (1989) constate que l'enfant peu intelligible utilise peu la forme interrogative. Etant mal compris, il ne parvient pas à obtenir de réponse. Par intelligibilité, Mousset exprime "la possibilité de faire comprendre du sens par le seul canal de la parole". Le problème d'intelligibilité est surtout dû au nasonnement et aux déperditions nasales ou trou résiduel. L'enfant utilise alors de nombreux moyens pour pallier à cet obstacle (gestes, situation..).

Il est important de noter le problème de l'interaction de l'enfant avec ses parents ; le plus souvent, il n'a pas le feedback nécessaire à la stimulation dans son apprentissage. Mousset (1989) insiste beaucoup sur l'importance de l'interaction avec la mère lors de l'acquisition, même au quatrième semestre. Lorsque celle-ci ne comprend pas bien son enfant, elle se décourage et les interactions sont de moins bonne qualité, ce qui est négatif pour l'enfant. Les parents ne prêtent pas assez de matière sémantique aux énoncés de leurs enfants et ne répondent ou ne dialoguent pas suffisamment. Le problème de stagnation dans l'interaction enfant-parent est lié aux questions, répétitions et aux problèmes de compréhension. "Quand il y a stagnation, la communication-plaisir, la communication-illusion doit être relayée par la volonté communicative", cela représente le plus gros handicap chez les enfants porteurs de fente, qui ont besoin de ces interactions, davantage encore que tout autre enfant, pour progresser dans son apprentissage de la parole (Mousset, 1996).

Entre pré-langage et premiers mots articulés apparaît le proto-langage, défini comme les productions émises en situation d'interaction. A ce stade, chez les enfants ayant une fente palatine non opérées, les voyelles prédominent, avec une intonation très différente de celle des adultes (Mousset, 1989). Chez les enfants opérés de façon précoce, elle constate une aptitude réelle de la part des enfants à réutiliser ce qui vient d'être dit, au niveau de l'attitude, de l'intonation ou encore de la situation, soulignant encore le rôle des interactions.

La compréhension peut aider la perception (comme dans une langue étrangère, le contexte va aider à la compréhension globale d'un énoncé et facilite donc la perception de certains sons). Lentin (1976) a fait des études sur l'intercompréhension. Selon ses recherches, l'enfant doit donner un grand nombre d'informations pour être compris et la compréhension peut avoir lieu avec un léger décalage. Les parents adoptent différentes attitudes face à l'enfant dont ils ne comprennent pas les productions. Ils ne répondent pas, le font répéter, posent des questions pour saisir ce qui a été dit, répètent afin de vérifier le contenu compris ou encore font semblant d'avoir compris puis enchaînent sur un autre sujet.

La méthode de Lentin (1976) consiste à repérer les introducteurs de complexité (pour la structuration morpho-syntaxique du langage) afin de vérifier le fonctionnement des phrases complexes, ainsi que les intonations. Les introducteurs « qui, que, si » sont difficiles à repérer, contrairement à « quand, parce que, comme, avant que ».

Son étude révèle que l'enfant atteint de fente palatine opérée tardivement est capable de réaliser des énoncés assez longs, avec une intonation qui semble correcte, mais, la plupart du temps, il est impossible

d'assigner du sens aux productions vocales d'un enfant dont le palais est fendu. La difficulté est soulignée chez ces enfants, qui entendent la différence entre les productions [papa] et [mamB] mais se rendent compte qu'ils ne parviennent pas à réaliser cette opposition. Certains enfants transformeront le lieu articulaire pour faire la distinction, d'autres se boucheront le nez, ou, le plus grand nombre, auront recours à l'occlusive glottale. Certaines fois, cette occlusive va être utilisée par l'enfant comme remplacement de toute occlusive, dans le but de marquer une opposition nasale/non nasale.

Mac Williams, Dorris et Shelton (1984) ont mené une recherche sur l'intelligibilité, afin de voir le niveau de reconnaissance des sons produits. Les résultats ont été très mauvais pour les constrictives /f s ʃ v z/, mauvais pour les occlusives /p t k b d g/, médiocres pour les glides /l r j w/ et bons pour /m n ŋ h/. En ce qui concerne les voyelles, seul le /a/ était généralement reconnu. Un problème au niveau auditif (l'intensité vocale et l'énergie articulaire diminuent), perceptif et de la compréhension empêchent la reconnaissance des sons n'appartenant pas au système. La reconnaissance est encore plus difficile lorsqu'il y a un retard du VOT ou une absence d'explosion dans les occlusives.

Après une intervention tardive, l'enfant montre des difficultés à se servir de ses nouvelles capacités. En langage spontané, les réalisations sont informes, nasonnées et semblent dénuées de sens. En revanche, l'enfant opéré plus tôt présente des réalisations stables et reconnaissables. Un enfant opéré à l'âge de 6 mois peut produire, vers deux ans, des énoncés spontanés intelligibles, groupant deux ou plusieurs éléments.

A.1.3. Aux niveaux aérodynamique et acoustico-articulatoire

Montoya y Martinez & Baylon-Campillo (1996) décèlent, dans des traits caractéristique de la voix liée à l'incompétence vélo-pharyngée, tels que l'altération du timbre de la voix : nasonnement, rhinolalie fermée (hyponasalité), nasillement, un syndrome de la voix douce (Bzoch) : problème d'intensité de la voix, et une grande raucité.

Grâce à un aérophonoscope (Rineau, 1991) a pu déterminer les phénomènes les plus touchés par la fuite nasale.

% de malformation des phonèmes par des enfants porteurs de fentes palatines :

[p] 11%	[k] 21%	[s] 56%
[b] 31%	[g] 46%	[z] 53%
[t] 19%	[f] 39%	[H] 53%
[d] 19%	[v] 36%	[j] 29%

Triangle vocalique : moyenne sur toutes les malformations, expérience faite sur 80 enfants entre 2 et 12 ans

[i] 72%
[y] 64%
[u] 59%
[e] 42%
[ə] 33%
[o] 30%
[a] 19%

Les constrictives sont plus touchées par les déperditions nasales que les occlusives et les occlusives sourdes sont plus touchées que les sonores.

D'après une étude suivie sur 70 enfants porteurs de division palatine simple, 97 de fente labiale palatine unique et 35 enfants porteurs de fente labio-palatine bilatérale totale, il a été constaté qu'à quatre ans, une détérioration de la qualité de la voix par rapport aux résultats obtenus à 2 ans. A huit ans, un enfant sur deux a retrouvé un timbre de voix normal, mais à six ans, certains présentent de plus mauvais résultats que les plus jeunes.

Les premières voyelles produites sont [a], [ə], [o], [ɛ] et leur correspondantes nasales. Cela est pareil pour les enfants normaux et les enfants porteurs de fente palatine, mais les voyelles [u], [y], [i] apparaissent au moins six mois plus tard chez les enfants porteurs de fente palatine dans 70% des cas. L'apparition des occlusives orales est en retard de six mois dans 92% des cas chez les enfants porteurs de fente palatine (vers 8-12 mois)

Test de Bzoch (1979) : Bzoch error pattern diagnostic articulation test

Les conséquences phonétiques sont doubles : une déperdition nasale existe pour certains phonèmes surtout lorsque la fistule est grande et siège au niveau palato-vélaire. Il y a également induction des troubles articulatoires lorsque la fistule est antérieure (rétro-alvéolaire ou fistule trans-palatine antérieure ; ou palatale postérieure qui expose à une pseudo fuite nasale)

Selon les conclusions de Copeland (1990), plus une fistule est postérieure, plus elle a de conséquences phonétiques.

Des défauts de reconstruction vélaire peuvent apparaître en cas de trouble de cicatrisation de la partie postérieure du voile.

En cas de forme de division palatine totale, il existe des troubles de développement du maxillaire supérieur idiopathique ou séquellaires de la chirurgie réparatrice de la malformation.

Aujourd'hui, de gros progrès ont été réalisés ; depuis la pharyngoplastie dans les années 50, la quasi-totalité des sujets ont une parole normalisée si l'opération et la rééducation ont été faites assez tôt, avant la mise en place des habitudes articulatoires. En effet ; il semble que la structure syllabique, avec le VOT propre à la langue, se mette en place très tôt chez le jeune enfant (enregistrements de Boysson-Bardies, 1985, du babillage de jeunes enfants dont les mères parlent différentes langues).

Borel-Maisony (1964) présente les résultats obtenus après pharyngoplastie, sur 500 patients, patients opérés par le docteur Petit. L'orifice médian entre le voile et la paroi pharyngée a été remplacé de part et d'autre du lambeau par deux orifices qui restent ouverts pendant la respiration et se ferment dans la phonation.

Borel-Maisony (1964) a établi une classification des résultats phonétiques selon trois catégories :

La phonation 1, correspondant à une fermeture vélo-pharyngale normale, la phonation 2, à une déperdition nasale avec articulation, et la phonation 3 à des compensations pharyngo-laryngées (souffle rauque et coups de glotte).

Pour son étude, l'interrogatoire phonétique de Borel-Maisony (1964) a porté sur toutes les consonnes accompagnées de la voyelle [a], ainsi que sur les phrases « une petite tasse de thé » (il ne doit pas y avoir de déperdition nasale, le voile devant rester relevé, (rhinolalie ouverte)), et « non maman n'est

pas bien grande » (s'il y a trop peu de perméabilité nasale, le sujet est gêné, et sa parole donne l'impression d'obstruction nasale, c'est la rhinolalie fermée).

Elle a constaté que, suite à l'opération, 60% des patients se trouvaient dans le cas de phonation 1, soit à niveau de phonation rigoureusement normal. Elle souligne que la rupture des crochets ptérygoïdiens a augmenté le pourcentage de phonation 1. Aussi, les résultats phonétiques obtenus par les patients associant une fente labiale à la fente palatine étaient, contre toute attente, les meilleurs.

Les meilleurs résultats provenaient des patients opérés avant l'âge de 2 ans ; ils n'avaient pas encore d'habitudes langagières et apprenaient simplement à parler avec leur nouveau palais. Lorsque les enfants étaient opérés tardivement (entre 14 et 16 ans), la rééducation était plus longue et plus difficile. Ce n'est pas le cas des enfants opérés au plus tôt qui acquièrent une phonation normale de façon spontanée. (Borel-Maissony, 1964)

Borel-Maissony (1964) mettait déjà l'accent sur le fait que la rééducation demeure un facteur essentiel de la récupération phonétique toutes les fois que la parole ne s'est pas établie spontanément de façon parfaite.

Dans sa thèse, Mousset (1989) a d'abord procédé à une étude acoustique. Pour les voyelles, elle note une trop grande importance de certaines zones formantiques et l'insuffisance d'autres zones formantiques. Les voyelles sont peu distinctes dans l'ensemble, surtout les voyelles diffuses. Au niveau des consonnes, elle constate que certains indices acoustiques sont faussés, telles que les caractéristiques du VOT, et le bruit caractéristique d'explosion, qui est souvent absent. De plus, des stries aperiodiques (liées au souffle manquant) parasitent l'ensemble. Il est alors nécessaire, au niveau chirurgical, de procéder à une fermeture du pertuis résiduel du palais dur afin d'éliminer au maximum les traces de fente (déhiscence, fistule, communication oro-nasale ou trou).

Selon Mousset (1989), l'occlusive la plus fréquemment acquise par les enfants atteints de fente palatine est la palatale [k], à laquelle s'oppose soit la labiale, soit la dentale. Cela est surtout le cas lorsqu'il y a présence d'un trou résiduel dans le palais dur, et un bon fonctionnement vélopharyngé.

Baylon-Campillo (1987) compare l'évolution des acquisitions phonétiques des fentes labio-palatines vélares opérées à celle de l'enfant normal. Il en ressort que la majorité des enfants avec une fente palatine commence leur développement plus tardivement. Le groupe des enfants opérés tôt, à l'âge de trois mois pour le voile et de 6 mois pour le palais osseux et le nez, se rapproche davantage des enfants sans problème. Cela rejoint donc les résultats des autres études. L'enfant porteur de fente palatine rencontre divers obstacles au cours du développement du langage tels que des troubles de l'oralité, exploration, succion, déglutition, qui importent beaucoup dans les interactions mère-enfant. S'il subit plusieurs opérations, l'enfant va être obligé de s'adapter à chaque fois à la nouvelle configuration de sa cavité buccale.

Dans les cas d'insuffisance vélaire, l'auditeur a la sensation d'un écoulement d'air trop abondant par voie nasale, il s'agit de la rhinolalie ouverte (participation anormale du nez dans l'émission de la parole), qui devient fermée lorsque l'enfant serre les narines pendant la phonation.

Cela amène une modification des phonèmes. La nasalisation des voyelles est le trait le plus caractéristique parmi ces modifications ; l'inocclusion velopharyngée est alors permanente et l'adjonction de résonance nasale modifie la perception des voyelles. Les voyelles ouvertes sont perçues comme moins nasales que les voyelles fermées (Croatto, 1984)

Cette insuffisance amène également des distorsions au niveau consonantique ; les problèmes d'augmentation de la pression intrabuccale exigent un contrôle important de l'air expiré et une certaine tension musculaire pour les constrictives. La nasalisation sera alors plus importante pour ces consonnes

que pour celles pouvant être produites sans fermeture hermétique du voile. De plus, Péri (1996) constate que les consonnes sourdes sont plus atteintes que les sonores, car la partie de l'énergie a été absorbée à l'étage laryngé. Les consonnes sonores exigent moins de pression. Le /l/ et /ʁ/ ne posent en revanche aucun problème (Péri, 1996). Péri (1996) note l'apparition d'occlusives dans le prélangage et l'absence d'occlusives après l'âge de deux ans.

La parole des locuteurs sujets aux insuffisances vélares présente le plus souvent des bruits surajoutés de déperdition nasale tels que des fuites d'air, liées à la production des sons. Le souffle nasal, aussi, fait partie de leur production, comme les erreurs d'articulation, qui se manifestent surtout lors de la réalisation des occlusives. Normalement, pendant la tenue des occlusives, il y a un faible débit d'air au niveau du larynx, et l'excès de pression intrabuccale donne lieu à des explosions caractéristiques des occlusives. En cas d'insuffisance vélaire, pendant la tenue, le locuteur augmente le débit d'air laryngé qui va s'échapper durant la production de cette consonne.

Le ronflement nasal est un bruit disgracieux très audible : au moment de la fermeture (pour les occlusives) ou de constriction (pour les constrictives) se produit un ébranlement de la muqueuse vélopharyngée où devrait normalement s'accomplir la séparation des deux cavités orale et nasale (Frachet *et al.*, 1992). Comme nous l'avons dit plus tôt, l'enfant ayant une insuffisance vélaire a recours à des mécanismes de suppléance. Lors du remplacement de certaines consonnes irréalisables, les occlusions et les constrictionnements sont produites en amont du vélopharynx et de l'accès à la cavité nasale, afin d'interrompre le courant aérien au dessous du sphincter vélo-pharyngé. Ainsi, les occlusives sourdes [p t k], par exemple, seront remplacées par des coups de glotte (et occlusives glottales, ce qui équivaut à un accollement volontaire des bandes ventriculaires, réalisant une attaque vocale dure et gutturale (Frachet *et al.*, 1992)). Les constrictives sourdes [f s ʃ] sont elles aussi remplacées par des constrictives laryngales ou pharyngales (souffle rauque). Ces souffles disparaissent avant le stade du babillage chez les enfants sains, mais persistent le plus souvent chez les enfants ayant une fente palatine, malgré la pharyngoplastie.

Pour diminuer les fuites d'air nasal, l'enfant a recours à des syncinésies* nasales très inesthétiques ; il s'agit de compensation nasale. La respiration phonique est une fuite d'air constante qui oblige le locuteur à reprendre régulièrement sa respiration. Par exemple, la durée de lecture avec une inspiration est de 4 à 7 secondes pour un sujet en insuffisance vélaire et de 20 à 27 secondes pour un sujet sain.

L'insuffisance vélaire joue également sur le timbre et la hauteur de la voix. Elle peut aboutir à une dysphonie, dysfonctionnement vélaire entraînant le larynx et les organes articulatoires à un fonctionnement plus énergique, qui est une conséquence de forçage vocal. La modification du timbre par adjonction de la cavité nasale à la cavité buccale se manifeste par nasonnement ou hypernasalité, un renforcement des fréquences graves joue sur l'appréciation qualitative de l'auditeur. Les problèmes de confusion ne sont pas trop fréquentes par rapport au système phonologique en français, il faut toutefois faire attention aux [a] vs [ʌ].

Le nasonnement est l'anomalie la plus courante et peut entraîner des nasillements. L'insuffisance du voile entraîne le plus souvent une modification du timbre des voyelles et un manque d'éclat de certaines consonnes (lié à la diminution de la pression d'air). Chez les enfants touchés par le problème d'insuffisance vélaire, seules les consonnes [m] et [n] sont présentes, et toutes les voyelles sont nasalisées. Péri (1996) note une modification du fondamental laryngé. Les études spectrographiques montrent un timbre de voix souvent rauque et éraillé d'un fondamental laryngé abaissé. Ceci est expliqué par l'agrandissement du résonateur, avec déperdition d'énergie dans les fosses nasales, les mécanismes articulatoires de substitution, les facteurs psychologiques, et le défaut de tonicité musculaire.

Mousset (1989) retient, comme caractéristiques linguistiques des enfants porteurs de fente palatine, des problèmes au niveau de l'inter-compréhension avec les adultes, peu d'utilisations de redondances, et des énoncés interrogatifs peu nombreux. Ses multiples observations l'amène donc à se positionner en faveur d'un calendrier précoce des interventions chirurgicales. L'enfant qui a une insuffisance vélaire doit trouver le moyen le plus efficace de se faire comprendre en dépit d'une parole pas toujours intelligible, il a alors recours à divers procédés, à de multiples modèles (*cf.* chapitre sur les compensations articulatoires).

L'intégrité d'un système de fonctionnement comprenant l'audition et les organes de phonation est nécessaire pour un bon développement de la parole. De bonnes compétences sur le plan psychomoteur et cognitif sont également essentielles, ainsi qu'un jeu de relation, avec l'adulte et l'entourage, de langage suffisant (jeu relationnel langagier).

Ce développement est indispensable à l'intégration de l'enfant.

A.2. Examens cliniques

Au niveau de la parole

Etude clinique de l'incompétence vélo-pharyngée

La fente palatine résulte d'une anomalie du développement entre la quatrième et la huitième semaine in utero : la fente seule représente une naissance sur 2500, la fente palatine associée à la fente labiale représente une naissance sur 700.

Le diagnostic est fait de façon certaine au stade phonétique, mais il peut se faire au stade préphonétique (troubles de la déglutition, troubles respiratoires (hypotonie de la luette), apnées du sommeil (hypotonie du vélo-pharynx)). Ces troubles sont constants dans le syndrome de Pierre Robin.

Le diagnostic se fait plus tard par des troubles de la voix (fuites nasales, ronflement nasal, hypernasalité et troubles de la parole telles que les troubles articulatoires typiques (caducité ou distorsion d'un phonème) ou atypiques (syllabes rauques, coups de glotte, attaques dures)). Ces perturbations peuvent être masquées par une rhinolalie fermée ou une certaine raucité.

Examens instrumentaux

L'aerophonoscope est utilisé pour la quantification de la fuite (débit, pression), et la Fibronaso-endoscopie et la radiologie pour l'étude anatomo-pathologique.

Scheier, en 1898, est le premier à utiliser les rayons X pour l'étude de la parole.

Le dysfonctionnement est d'origine praxique ou neurologique.

La naso-endoscopie (Pigott, 1969)

Les enfants porteurs de fentes souffrent d'un double handicap ; l'altération des organes effecteurs de la parole et une atteinte du feed-back auditif du fait d'une hypoacousie précoce presque constante.

Veau rencontre Borel en 1926. Borel est une ancienne élève de l'Abbé Rousselot, et utilise la phonologie instrumentale (kynographe, enregistreur à membrane, palatogramme). Elle a créé une méthode d'observation, une classification fonctionnelle en type de parole, des statistiques sur les résultats obtenus et une méthode de rééducation. Ensuite, elle a effectué des examens radiographiques et cinéradiographiques, ainsi que des endoscopies par voie buccale et des analyses acoustiques (enregistrement oscillographique sur films, sonagramme)

Veau établit une classification anatomique par rapport à l'étendue de la fente, et elle une classification fonctionnelle en type de parole.

La Classification de Madame Borel-Maisonny est la plus répandue. Celle de Pommez (Pommez & Rebuffy, 1987) est aussi intéressante car elle retient des indications thérapeutiques précises, en faisant la différence entre rhinolalie (déperditions nasales qui altèrent voyelles et consonnes) et rhinophonie (déperditions nasales qui n'altèrent que les voyelles).

Dans sa thèse, Mousset (1989) dénonce l'utilisation de tests pour l'évaluation de l'acquisition du langage. "Ces méthodes à base de tests ne nous permettent pas de percevoir le processus de l'acquisition du langage. Ce que recueillent les tests, ce sont des réalisations ponctuelles, isolées des apprentissages qui les ont précédés, sans aucun éclairage sur ce qui a permis ces réalisations. Il s'agit par exemple de contrôler une certaine performance, choisie et délimitée à l'avance, dans une situation artificielle, au moyen d'épreuves standardisées plus ou moins contraignantes". Ces procédures offrent donc un aperçu de l'acquis mais ne renseignent en rien sur l'acquisition même.

Pour de nombreuses recherches sur le langage enfantin, c'est la longueur des énoncés qui a servi de critère. Les géminations sont fréquentes lorsque le système consonantique est réduit. La gémination n'est pas perçue par l'énergie articulatoire lorsque celle-ci fait défaut, mais est perceptible grâce à un allongement de la durée de la tenue. Par exemple, dans l'énoncé « c'est de l'eau », [sen:o:], le /n/ tient la place de [d+l], avec en plus une augmentation de l'intensité. Il existe une progression dans la longueur des énoncés. Spriesterbach (1958), Bzoch (1972), ou encore Tremplin (1957) ont observé des performances inférieures de la part des locuteurs porteurs de fente palatine par rapport à la moyenne des enfants du même âge sans trouble de la parole. L'explication peut être d'ordre anatomique : l'enfant ayant une déperdition d'air par voie nasale aura forcément un temps de parole plus court entre deux inspirations, tel que nous l'avons vu précédemment.

Mousset (1989) note l'importance de l'intonation, qui est un facteur de cohésion syntagmatique. L'enfant acquiert peu à peu les schémas intonatifs et les variations prosodiques. Lorsqu'il essaye de transmettre un message, et qu'il lui est difficile de prononcer correctement les phonèmes, l'intonation va jouer un rôle important, et va souvent aider à la compréhension de son message. Mousset s'intéresse à une période qui commence avec l'élaboration d'un système phonologique ; l'allongement des énoncés, qui passe d'un élément signifiant unique à des assemblages de deux ou plusieurs termes, et en même temps l'acquisition de schémas interactifs, qui indiquent la structuration syntaxique, et qui se termine avec l'apparition des introducteurs de complexité.

La marque de la modalité interrogative qu'est l'intonation, ainsi que la maîtrise de l'utilisation des mots "moi" et "toi" sont également vérifiés lors des tests de parole et différentes questions sont posées par l'adulte, de nature suggestive, routinière, intime ou véritable. Chevré-Muller, Simon et Decante (1981) sont auteurs d'un test de langage pour les enfants de 4 à 8 ans, intitulé "le bain de la poupée", s'articulant par séquences de jeu libre. Celui-ci décèle souvent le malaise de l'interaction parent-enfant. Mousset (1989) tente de trouver une méthode d'analyse linguistique afin de voir l'élaboration syntaxique possible de l'apprenant et essaye de repérer aussi la redondance des gestes, l'intonation, les variantes langagières, et l'utilisation de signifiants repérables, étant donné leurs possibilités de réalisation articulatoire.

Mousset (1989) note que les énoncés les plus complexes observés apportent la preuve que, malgré l'insuffisance du système d'unités distinctives, la syntaxisation est possible. En revanche les interactions demeurent difficiles ; elle constate, elle aussi, un problème de feedback. La guidance parentale est obligatoire ou en tout cas très souhaitée (dialogues en solo, supports textuels, jeux, supports descriptifs).

Pour Mousset, le critère du bon fonctionnement vélopharyngé est l'omission de syllabes commençant par une occlusive non voisée éclatante (Mousset & Trichet, 1985). Van Demark (1980) crée un test pour évaluer le fonctionnement vélopharyngé d'après une liste de mots contenant les consonnes /p/ ou /b/. L'impossibilité de réaliser des unités distinctives peut constituer une entrave à l'acquisition du langage.

Au stade de la « charpente phonique à l'état natif » (Jakobson & Waugh, 1980), il y a interaction entre les possibilités motrices et les perceptions auditives. De plus, le retard de parole et les confusions perceptives persistent : le trouble se manifeste par un retard d'acquisition de la parole, une confusion phonémique et, plus tard, une confusion de l'orthographe. Ces troubles peuvent engendrer des troubles plus importants ; si l'enfant ne parvient pas à se faire comprendre, il s'isolera et n'aura plus les interactions nécessaires à son développement général.

L'observation des adultes éclaire le mécanisme de confusion : souvent ce ne sont pas des confusions perceptives, mais il s'agit de survivance d'un système phonologique antérieur, où les unités distinctives étaient en nombre insuffisant et se confondaient dans leur réalisation.

Pour les enfants de plus de 3 ans, la méthode descriptive de l'acquisition du langage la plus utilisée est celle proposée par Lentin (1971) et précisée en 1984, qui se fonde sur la thèse considérant l'organisation syntaxique comme le meilleur indice de l'acquisition du langage. Il faudra donc observer la phrase comme unité linguistique.

L'enfant doit apprendre à structurer son énonciation, à l'organiser en message, à l'adapter aux circonstances et en particulier à son interlocuteur. Au début, ne parlant qu'à des personnes familières, une partie de son énoncé peut être implicite.

Au niveau anatomique

Les enfants ayant une fente palatine et une insuffisance vélaire ont des muscles bucco-faciaux moins performants. Lors des examens cliniques, le voile est alors observé, palpé et exploré : le chirurgien note sa conformation (longueur, épaisseur, musculature) et sa mobilisation passive, il évalue sa souplesse, ses limites d'étirement et son aptitude à s'accoler à la paroi postérieure du pharynx.

Tous les organes intéressés par la phonation sont évalués lors de cet examen : les amygdales, les restes adénoïdiens (pouvant jouer un rôle acoustique, soit en compensant l'insuffisance du sphincter vélopharyngé, soit en diminuant le volume des résonateurs), le palais, la langue, la dentition (pré-alvéole, prognathisme), le résonateur nasal (forme, volume et perméabilité), et les lèvres (qui peuvent être hypotoniques ou hypotrophiques).

L'examen dynamique est également composé de multiples épreuves fonctionnelles, généralement accomplies par l'orthophoniste.

Ainsi, le miroir témoigne des fuites d'air par le nez, et l'épreuve du /a/ tenu, de l'épaisseur trophique du voile, son degré d'allongement et de la dynamique des parois latérales et postérieures du pharynx. La mobilisation volontaire, ou "contraction du fond de la gorge", permet d'apprécier la façon dont le sphincter peut se fermer. La mobilisation réflexe, et les réflexes nasaux sont observés pour voir les possibilités extrêmes de contraction du voile.

L'épreuve de Gutzmann : le [a] tenu suivi d'un [i] avec les narines bouchées et débouchées montrent un nasonnement plus net sur le [i]. La durée consonantique (/s/ prononcé après une inspiration forcée est tenu pendant 30 secondes chez le sujet normal, et, chez le sujet rhinolalique, la durée diminue selon l'importance de l'insuffisance vélaire). Cela permet de mesurer les progrès réalisés après l'opération ou la rééducation. Enfin, la durée de la parole est mesurée, après l'inspiration forcée, et le nombre de mots lus sans reprise du souffle est compté.

Ces épreuves permettent une mise en évidence des mécanismes de compensation fonctionnelle, et de l'hyperactivité des piliers postérieurs de l'amygdale.

Au niveau paraclinique

Les examens paracliniques se fondent sur des méthodes anatomiques telles que la radiographie statique et dynamique, qui, comme la nasofibro endoscopie, permettent une vision panoramique du cavum et du vélopharynx, et l'échographie, qui permet l'étude de la mobilité de la paroi pharyngienne latérale. Elles se fondent également sur des méthodes acoustiques, utilisées pour les analyses spectrales.

Au cours de l'hypernasalité, la modification du spectre vocalique est caractérisée par les traits suivants :

diminution de l'intensité du premier formant ;

diminution de l'intensité des harmoniques aiguës, notamment dans la région du troisième formant

augmentation de la longueur des bandes des formants

résonance supplémentaire entre les formants habituels

bruits de constriction glottique, ronflement nasal, effondrement de la structure syllabique et désintégration des consonnes.

Le timbre reste cependant un critère sonore variable, complexe et difficile à saisir car il inclut beaucoup d'éléments personnels.

L'oscillographie oro-nasale de Dejoncker est utilisée pour mesurer la déperdition d'énergie acoustique par les fosses nasales. La comparaison de l'amplitude des oscillogrammes oral et nasal est faite pour établir un rapport nasal/oral chaque émission vocale. Une augmentation généralisée de ce rapport est relevée pour les phonèmes non vocalisés chez les fentes palatines.

La déperdition nasale est mesurée par deux moyens différents ; la spirométrie, qui permet une comparaison de la capacité vitale, avec les narines libres et obstruées, en phonation et lors de l'expiration forcée (Mousset, 1989), et l'aérophonométrie, qui permet une évaluation simultanée du débit d'air buccal et du débit d'air nasal. Le calcul du rapport DAN/DAB évalue la fuite nasale globale au cours de la parole.

A.3. Rééducations

A.3.1. Chirurgicale

Plusieurs calendriers se sont succédé quant à la procédure chirurgicale ; Veau (1963) plaçait la réhabilitation de la parole comme but premier, d'autres la chirurgie pour l'aspect esthétique.

Le calendrier des opérations chirurgicales a changé à partir de 1976. En effet, Malek, successeur de Petit, change le calendrier : réparation du voile à 3 mois puis réparation de la lèvre et du palais dur à 6 mois. Il établit celui-ci à partir d'études longitudinales et d'échanges entre spécialistes. Malek (1984), travaillant avec le stomatologue Psaume, a trouvé une technique d'intervention précoce pour opérer le palais dur sans entraîner de déformation osseuse.

Le changement du calendrier est lié à plusieurs facteurs, mais la tendance générale va vers une réhabilitation précoce, c'est-à-dire la possibilité d'intervenir au niveau chirurgical sans danger sur des nourrissons. Les véloplasties précoces sont une réussite (Schweckendieck, 1978 ; Hotz & Gnoinski, 1979), mais sacrifient la parole (Poupard, 85).

Le changement est lié également à l'aboutissement d'une réflexion sur les dimensions du pharynx, qui, au lieu de croître en hauteur, s'élargit par la stagnation de la langue en arrière que la sangle vélaire n'est pas rétablie suffisamment tôt. L'aboutissement de la réflexion du stomatologue sur les effets néfastes pour

la croissance du maxillaire d'une rétraction cicatricielle des tissus recouvrant le palais dur (Petit *et al.*, 1965) et sur le rôle de la langue dans la croissance du maxillaire (Psaume, 1983) a joué également. De plus, il y a une demande de l'orthophoniste sur le fait que l'enfant doit être opéré suffisamment tôt pour accéder aux lallations et à une interaction langagière satisfaisante avec son entourage (Mousset, 1974).

Les travaux des oto-rhino-laryngologistes sur la fréquence des troubles de l'audition chez les enfants dont le voile est divisé ont également joué dans les changements des dates d'opération ; tous ont penché en faveur de la chirurgie précoce afin de régler un maximum de troubles au plus tôt. Morgon (1978) est le seul, à l'époque, à souligner le fait que les enfants opérés de fente palatine sont sujets à des retards d'acquisition du langage. Bouton (1979), dans *Le développement du langage ; aspects normaux et pathologiques*, affirme que "les troubles ici présentés (...) sont indépendants des facteurs intellectuels et psychologiques" (p. 227). Hardin-Jones *et al.* (2002) ont étudié l'impact d'une opération précoce sur la production des occlusives. Il est ressorti de l'étude qu'une fermeture précoce favorisait les productions glottales mais ne semblait pas favoriser les productions palatales antérieures durant la période de babillage.

Veau et Borel (1931) constatent que 70% des enfants ont une parole acceptable après l'opération. D'autres chirurgiens se sont alors ralliés aux techniques de Veau et à son calendrier : à six mois, réparation de la lèvre, et à 18 mois, réparation de la voûte palatine et du voile. Le successeur du docteur Veau, Petit, élabore un suivi ; bilan orthophonique et général vers 5-6 ans, réintervention chirurgicale éventuelle à 7 ans, traitement orthophonique et traitement des séquelles.

Les découvertes de nombreux chercheurs ont favorisé la chirurgie précoce.

Bzoch (1956) et Morris (1958) ont constaté des retards important dans la constitution de phrases et de phonèmes par les enfants ayant une fente palatine, par rapport aux enfants sans trouble du langage. Morris (1962) trouve des performances basses dans les épreuves de compréhension avec les tests ITPA (Illinois Test of Psychological Abilities) chez ces mêmes enfants. Smith et Mc Williams (1968) ont, eux, repéré une grande insuffisance expressive grâce au même test.

M. Tremplin (1957), ensuite approuvé par Morris, affirme l'absence de lien significatif dans les cas de fente palatine entre le retard de langage et l'origine socioculturelle.

Les chercheurs américains mettent en évidence les retards d'acquisition du langage ignorés par l'école française.

L'évolution des idées dans le domaine de l'acquisition du langage a lieu dans les années 70 ; on reconnaît alors des capacités beaucoup plus précoces aux jeunes enfants. Dans les années 50, le modèle neurologique de la « maturation » s'imposait. On arrive progressivement aux « capacités » et à l'« interaction », interaction première passant par le regard (Ajuriaguerra, 1969).

Wyatt (1973) ébauche un nouveau modèle d'observation du rôle de l'interaction langagière dans l'acquisition du langage, en observant la participation active du jeu de l'enfant avec l'adulte. Eimas (1971) travaille sur la potentialité auditive et remarque que les nouveaux nés réagissent différemment selon que les phonèmes sont voisés ou non.

Condon et Sander (1974) apportent la preuve, par des enregistrements filmés, de la synchronie des mouvements du nourrisson avec le rythme de la parole de la mère. Cela sera confirmé par Stern (1977) et affirmé par Trevarhen (1974), qui prouve que cette synchronie est due à une adaptation mutuelle et complémentaire.

Les enfants sont alors reconnus comme des êtres compétents pour la communication et l'importance de l'interaction comme moteur de développement est mise en avant.

Lentin (1984) et Ajuriaguerra (1972) puisent dans l'œuvre de Wallon et affirment que l'enfant est apte à parler, la parole étant mise en fonctionnement par les éléments fournis par son entourage pour l'élaboration de son système de production du langage.

Wallon (1924) pense la représentation de l'acquisition du langage comme la mise en fonctionnement d'une activité complexe.

Etant donné l'importance de la période dite de « pré langage », et selon les multiples observations, les auteurs parviennent à la conclusion que la réparation des fentes palatines devrait être encore plus précoce.

De multiples recherches ont été menées. De nombreux moyens permettent l'observation de l'incapacité du voile à fonctionner pour la fermeture : la radiographie (de profil, de face, statique et dynamique), la vidéofluoroscopie, l'échographie, l'endoscopie par voie buccale et nasale, les capteurs de pression sous glottique (intra-buccal et nasale), l'électromyographie, ou encore la sonographie.

Pour procéder au bilan phonétique et à l'approche phonologique, l'examinateur français postule que l'enfant élabore très tôt un système phonologique, tandis que l'examinateur américain constate l'acquisition d'un système d'habitudes. Les épreuves phonétiques françaises se justifient par la notion de système organisé, de phonèmes, et de traits distinctifs.

Mc Williams, Morris et Shelton (1984) recommandent une très grande méfiance à l'égard des publications de phonologie appliquée ; déjà "la littérature de phonologie appliquée comporte plusieurs références aux patients porteur de fente palatine. Les publications rapportant des travaux de cette sorte doivent être lues avec plus peut-être que la prudence habituelle car l'application des concepts de la phonologie aux troubles d'articulation est controversée et encore en développement" (p. 278).

Jusqu'aux années 80, aucune publication ne mettait spécifiquement en avant des d'enregistrement de très jeunes enfants. Bzoch (1956) travaillait davantage par enquêtes auprès des mères que par enregistrements, et Van Demark (1980) a mis au point une épreuve de dénomination sur images pour des enfants d'âge préscolaire, mais celle-ci n'est pas utilisable avant l'âge de trois ans.

Plusieurs articles font référence à une thèse de Olson (1965), jamais publiée, selon laquelle les coups de glotte apparaissent avant l'intervention et se maintiennent ensuite dans la parole. Mousset (1972) a fait même observation sur des enfants de 18 mois, avant l'intervention.

Depuis, plusieurs mémoires d'orthophonie ont amassé des observations sur de très jeunes enfants, à partir d'enregistrements, mais ces mémoires n'ont pas été publiés. C'est seulement en 1985 que des enregistrements d'émissions vocales d'enfants de moins de deux ans ont été réunis et qu'ainsi, de multiples résultats ont été mis au jour.

Jansonius-Schultheiss et Van Beinum (1985) ont comparé les comportements de succion et de déglutition avec le développement de la parole et l'acquisition d'articulations orales, remarquant que les deux types de productions sont liés.

Henningson (1985) a comparé le jasis* d'enfants non opérés avec celui d'enfants normaux ; ses constatations confirment celles du mémoire d'orthophonie de Dutfoy (1974) qui décrit la pauvreté du jasis des enfants pathologique, tant en quantité qu'en variété.

Mousset et Trichet (1985) signalent l'apparition précoce d'occlusives buccales dans le jasis d'enfants dont le palais (fente totale ; labio-maxillo-palatine) est entièrement réparé à l'âge de 6 mois : 83% d'entre eux ont acquis au moins deux occlusives buccales non voisées à l'âge de 18 mois, dans une étude portant sur 220 cas. De plus, les interventions précoces ont fortement diminué le nombre de sujets ayant recours à l'occlusive glottale et aux constrictives pharyngales comme support de signification. Ainsi, lorsque l'enfant est opéré précocement, la période de babillage se rapproche davantage de la norme.

Dorf et Curtin (1985) constatent, lorsque la réparation du palais a eu lieu avant l'âge de 12 mois, une diminution du nombre de sujets intégrant des coups de glotte dans leur système phonologique. Cette constatation confirme celle de Trichet et Mousset (1985), dont les résultats sont plus nets encore, avec 150 enfants opérés avant l'âge de 6 mois.

Logemann et O'Gara (1985) ont enregistré des enfants âgés de 6 et 18 mois, suivis au niveau orthophonique. Ils ont constaté que ces enfants ne produisaient aucune consonne linguale avant l'âge de 2 ans. Cela représente un écart important avec les données de Mousset et Trichet (1985) observant des enfants opérés avant 6 mois.

Les publications ont fait défaut pour la période allant de 2 à 4 ans pendant de nombreuses années. Ainsi, il était impossible de voir comment pouvait s'opérer le passage entre des réalisations phoniques analysées comme non significantes, et les réalisations significantes recueillies seulement à partir de l'âge de 4 ans.

Différents auteurs ont noté deux groupes distincts de patients porteurs de fentes labio-palatine, par rapport aux conséquences phoniatriques des fentes palatines sur les acquisitions phonétiques et le langage : ceux qui ont été opérés tardivement (vers 18 mois) et ceux qui avaient, à 6 mois, une anatomie labio-palato-vélaire reconstituée.

Les techniques chirurgicales sont multiples mais la plus courante est la vélopharyngoplastie, qui peut être utilisées dans quasiment tout les cas. L'objectif est de réduire l'espace entre le voile et le pharynx, en ménageant un passage d'air suffisant. La méthode de véloplastie au niveau chirurgical remplace la staphyloraphie d'autrefois.

Les indications thérapeutiques précisent que l'insuffisance vélaire ne peut être seulement opérée que vers cinq à sept ans. Il faut attendre la mise en place des acquisitions phonétiques et du langage. Souvent, l'insuffisance vélaire ne nécessite qu'une rééducation, pas toujours d'intervention chirurgicale.

Le traitement chirurgical de l'incompétence vélopharyngée : Une suture sans tension du voile avec reconstruction des deux plans muqueux nasal et buccal et une suture musculaire. L'importance de l'âge lors de l'opération est soulignée déjà en 1819 par Stephenson.

- * La mobilisation des tissus vélo-palatins est impérative pour une bonne cicatrisation
- le pédicule palatin postérieur est un des éléments limitant de la mobilisation palatine
- dissection latéro-ptérygoïdienne suppose la libération de l'ensemble du tractus fibreux sous-muqueux qui unissent le voile à la région tubérositaire postérieure et ptérygoïdienne.
- mobilisation des muqueuses nasales et buccales (décollement des bords de la fente et suture)
- * Problème des fentes très larges : recourt à un lambeau pharyngien (apport de tissu)

*Suture Musculaire : Myoplastie intra vélaire (Edgerton, 1971) ou par rotation d'un lambeau musculo-muqueux nasal. Cette reconstruction a plus un effet sur la reconstruction post-opératoire du voile (Braithwaite, 1968).

L'âge idéal de la fermeture du voile reste un problème irrésolu :

Au niveau phonétique, il faudrait une fermeture le plus tôt possible, en plus la tension des muscles aurait un effet de protection sur l'oreille moyenne.

Un problème de croissance maxillaire tend à repousser la fermeture jusqu'à la fin de la période de dentition lactéale. La fermeture précoce entre 3 et 6 mois montre des résultats satisfaisants sur le plan phonétique (Holsworth) alors que les fermetures entre 1 et 2 ans est la technique la plus classique, les résultats phonétiques sont ok mais cela a une incidence sur la croissance discutable, si la fermeture est réalisée après deux ans, la phonation est mauvaise.

Les différentes expériences sont en faveur d'une chirurgie précoce fonctionnelle et en un temps (Köberg, 1973)

Les différentes techniques utilisées au niveau chirurgical.

1. les techniques de fermeture simple de la division palato-vélaire sont des fermetures simples associées à un geste de reconstruction ou de transposition musculaire (Veau), la staphylorrhaphie et le maintien, en plus, d'un pont antérieur buccal (Von Lagenbeck)

2. les techniques d'allongement du voile ; du plan nasal (Millard, 1963) ; au niveau buccal , incision rétro-alvéolaire (Dorrance, 1925), plastie de Wardill, 1973; par suture des piliers postérieurs (Sanvenero – Rosselli)

3. la pharyngoplastie primaire (Stark, 1960) et la pharyngoplastie à lambeau inférieur ou supérieur (Guerrier, 1978)

La Chéiloplastie est la fermeture de la lèvre (faite entre 5 et 7 mois) et la Staphylorrhaphie est la fermeture du palais mou (entre 14 et 18 mois).

En fonction de la gravité anatomico-fonctionnelle du trouble, la prise en charge sera différente :

- reprise fonctionnelle de la staphylorrhaphie avec allongement pour petites insuffisances
- réalisation d'une vélo-pharyngoplastie (rétrécissement de la paroi pharyngée, apport de substance ou reconstruction du sphincter d'implant)

A.3.2. Orthophonique

Les méthodes de rééducations orthophoniques sont nombreuses et variées, nous en donnons ici que quelques références.

L'orthophoniste pose des questions : comment parle-t-il?, est-il compris ?, souffle-t-il ?, nasonne-t-il ?, puis a recours à des tests d'images ou de lecture, pour évaluer le niveau de parole et de phonation de l'enfant.

Le contrôle du souffle est nécessaire pour muscler le voile et le pharynx afin de leur donner force, mobilité et souplesse. Cela est essentiel pour corriger les nasonnements, les déperditions nasales et le souffle nasal, avec également une correction des mécanismes de compensation. L'enfant doit alors travailler, en gonflant des ballons, ou en soufflant dans de l'eau à l'aide d'une paille, par exemple.

La rééducation articulo-voiciale se fait d'abord pour les occlusives [p], [t] et [k], puis pour le [f].

Péri (1996) a mené une étude descriptive de deux populations d'enfant souffrant de fente labiale palatine vélaire sur des enfants opérés à Strasbourg et suivis au niveau chirurgical, orthodontique, orthophonique et ORL. Elle a travaillé sur deux groupes d'enfants opérés à l'âge de 2 mois de la fente labiale et à 6-7 mois de la fente vélaire ou palatine. 61 sont nés en 1988-1989 (étaient donc âgées de 7-8 ans lors de l'étude) et 44 en 1994-1995 (donc âgés de 1-2 ans).

Dans la littérature, les garçons semblent plus touchés et le côté gauche plus atteint.

Le diagnostic anténatal permet de visualiser une anatomie embryonnaire faciale, mais la forme du palais secondaire est plus difficile à identifier.

Les consonnes occlusives sourdes sont témoins d'un bon fonctionnement vélopharyngé. Leur réalisation est plus difficile que les voisées car elles exigent une pression intra-buccale importante.

Le développement du langage et ses éventuels retards semblent en rapport avec le traitement ; plus il est précoce, meilleurs sont les résultats. En revanche, il n'y a pas de différence au niveau de l'audition.

Les techniques chirurgicales sont utilisées pour favoriser la croissance du maxillaire supérieur, améliorer l'aspect esthétique de la lèvre, fermer définitivement la fente palatine et favoriser un développement phonétique et langagier normal.

Mousset (1987), Trichet (1987), Baylon-Campillo et al. (1987), Treaton (1987) et Malek et Psaume (1983) sont en faveur du protocole chirurgical précoce concernant les acquisitions phonétiques des enfants. Treaton (1987), avance plusieurs arguments, tels que l'acquisition facilitée des praxies bucco-faciales, le développement possible du babillage à l'âge normal, la réalisation précoce des différentes articulations phonétiques ou encore la disparition des mécanismes phonétiques compensatoires. De plus, cela rend l'investissement parental plus important, donc l'éclosion du langage est plus rapide et les difficultés alimentaires régressent.

Selon Dordain (Dordain & Péri, 1985), 50% des enfants atteints de fente labio-palatine et 80% des enfants atteints de fente labiale ont un langage normal à l'âge de 4 ans grâce à la guidance orthophonique précoce (dès la naissance).

Chez Baylon-Campillo (1987), comme chez Mousset (1989), les retards sont moins fréquents dans le groupe suivi en orthophonie. Péri (1996) conclue qu'un suivi immédiat des enfants et de leur famille est nécessaire, avec une prise en charge phoniatrice précoce. Cela est le cas pour la plupart des patients.

L'expression "bec de lièvre" ou "gueule de loup" est un rattachement au monde animal et reste souvent associé à un déficit mental, représentant une grande souffrance dans la famille. La famille doit être guidée et soutenue, cela est impératif pour qu'elle puisse être une aide véritable pour l'enfant.

Les fentes palatines ont de lourdes conséquences, aussi sur l'audition.

Les problèmes ORL se situent surtout au niveau de l'oreille moyenne. La cause habituelle de l'hypoacousie est le dysfonctionnement tubaire responsable de l'otite séro-muqueuse (ainsi que quelques associations malformatives affectant l'oreille moyenne et l'oreille interne).

Différents facteurs interviennent dans le dysfonctionnement tubaire. Citons d'abord les facteurs mécaniques musculaires, qui sont des défauts d'insertion des muscles du voile du palais sur la ligne médiane et en particulier du péristaphylin interne. Il s'agit d'un véritable handicap de l'ouverture tubaire, avec atrophie musculaire plus atrophie du cartilage tubaire et persistance des problèmes après l'opération de fermeture chirurgicale. Les facteurs infectieux rhinopharyngés entraînent le reflux salivaire et alimentaire dans le rhinopharynx au travers de la fente palatine qui est à l'origine d'une irritation de la muqueuse permanente, surtout autour de l'orifice tubaire. L'hypertrophie des végétations adénoïdes aggrave les troubles ventilatoires de l'oreille moyenne en réduisant la lumière tubaire. Un troisième facteur sont les troubles de la perméabilité nasale : dans les fentes labiales associées aux fentes vélo-palatines, il existe une obstruction nasale due à la fois aux anomalies des cartilages alaires et à la déviation de la cloison nasale. Il existe également des anomalies de structure et de fonctionnement de la trompe d'Eustache associées aux perturbations des relations aérodynamique entre le rhinopharynx et la partie proximale des trompes sont responsables d'une hypoventilation de l'oreille moyenne.

Les porteurs de fente palatine ont plus de problèmes d'audition, or l'audition conditionne, à ce niveau, l'acquisition du langage. Cela peut expliquer des troubles qui ne sont pas directement liés au dysfonctionnement aérodynamique ou aux déviations articulaires.

Bilan

Outre le rôle primordial que joue le velum dans la production de la parole, contrôlant la nasalité, nous avons vu que sa fonction s'étend à la respiration, la succion, l'absorption des liquides, la déglutition

et encore l'aération de l'oreille moyenne. Ainsi, son bon fonctionnement est indispensable dans le développement du nouveau né. Chez les enfants sains, le contrôle de l'ouverture/fermetures du port vélopharyngal s'établit vers l'âge de 6 mois.

Nous avons vu dans cette section que les enfants ayant une fente palatine commencent à dévier leur approche de la parole au niveau du stade du babillage. Jusqu'à ce stade, leur développement, quant à l'acquisition du langage, est semblable à celui des enfants sans trouble de la parole. C'est pour cette raison que le calendrier chirurgical a évolué en faveur des opérations précoces, pour que l'enfant puisse s'habituer au plus vite à son nouveau palais, alors réparé. Péri (1996) et Mousset (1989) sont d'accord sur ce point et ont fait les mêmes constats dans leurs expériences relatées dans leur thèse respective. De plus, elles regroupent des observations similaires par rapport à la parole des sujets porteurs de fentes comparés à des sujets sains. En effet, malgré des opérations précoces et de bons suivis orthophoniques, les enfants ayant une fente au palais conservent des déviations articulatoires et acoustiques caractéristiques de leur parole. Ainsi, ils tentent de réajuster ces perturbations, et ce, dès leur plus jeune âge.

Annexe 3 : Exemples de dossiers médicaux de nos locuteurs pathologiques

Anatomic du locuteur

Nom
Date de naissance

91.

Type de pathologie : fente labio-palatine droite totale Gauche postérieure

Fente palatine droite bilatérale Gauche postérieure Sous-muqueuse totale

Pharyngoplastie

Longueur et épaisseur du lambeau si vélopharyngoplastie _____

Position du voile / rhinopharynx : + postérieur + antérieur ③

Apparence anatomique du voile : court fibreux

Réussite de l'opération

Régions opérées : 4/04



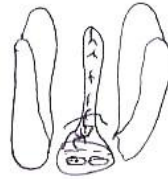
Mobilité du voile : 0% ----- 100%



persiste le trou de la muqueuse
entre métréfragile -
5/12/96

1/92 ①

gros tubercule
median
laine
arc gingival
latéraux
brés
nerveux
empéchant la réinté-
graté de cette partie
ant.

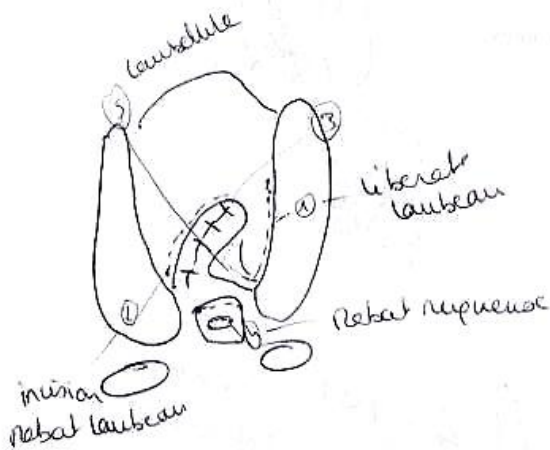


palais complet
oufice antérieur
11/01/93



- 30.1.92 ① cune de la lème à gauche Tennison
- 11.6.92 ② u u u u droite u
- 14.10.92 ③ cune du palais
- 2.11.93 ④ Solidarisation du lambeau médian
- 27.11.95 ⑤ soins dentaires
- 23.1.97 ⑥ Fermeture fihule vestibulonasale D+A
Atte 2 dents palatines
vestibuloplastie
- 22.6.04 ⑦ Refermeture trou palato-nasal

19.09.06 - Philtrum large, non musculaire, décalage bilatérale
des jonct lèmes blanches - lèmes rouges
intempte bilatérale de l'arcade
→ greffe osseuse bilatérale + reprise lème sup.
- poste classe III + retrognathie maxillaire
bourgeon médian incisif rebite
- plaque palatine améliore bien la phonation



⇒ il persiste 1 fente qui est due à l'atrophie de tous les tissus utilisés
⇒ plaque occlusale nécessaire (Fauterme).

trou palatin antérieur aggravé avec l'expans° + retrus° du pré-maxillaire.

Anatomie du locuteur

Nom

Date de naissance

88

Type de pathologie : fente labio-palatine droite totale
 Gauche postérieure

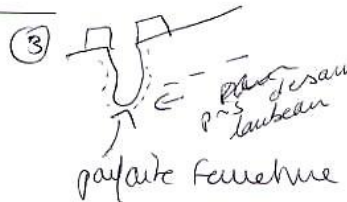
Fente palatine droite bilatérale
 Gauche postérieure
 Sous-muqueuse totale

Pharyngoplastie

Longueur et épaisseur du lambeau si vélopharyngoplastie _____

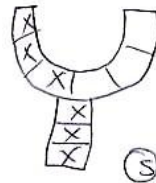
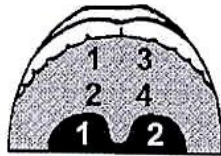
Position du voile / rhinopharynx : + postérieur + antérieur

Apparence anatomique du voile : court fibreux



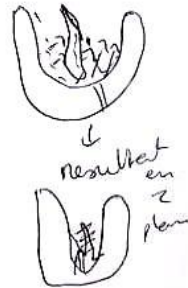
Réussite de l'opération

Régions opérées :



Mobilité du voile : 0% ----- 100%

Handwritten notes: 'dent fistule vestibulaire' with a drawing of a tooth and a fistula. A circled '4' is next to it.



1,01

2/06/88 @Cheiloplastie Tennison.

17/11/88 ② cure palais ③ ← 2013/9! Femme avec fistule vestibulaire résiduelle.

13/4/00 ④ greffe osseuse nasale droite

26/11/02 ⑤ Fistule palato nasale (après excision palatine)

26.01.06 - bonne reconstruction labiale, lèvre mobile, non adhérente au vestibule, bien équilibrée -
 au niveau palatin, palais complet, voile mobile à la parole,
 absence de fistule palato-nasale résiduelle. large
 - appareil dentaire multi-tâche présent. pr dents.
 - voix claire malgré la fistule aut.

25.11.02 → F. au niveau de la narrière ant. du palais dur.
 large en ant et étroite vers l'arrière.

avec promus° du lambelette
accollé à G median
en sup lab à D.

Anatomie du locuteur

Nom
Date de naissance

94

FLP BT

Type de pathologie : fente labio-palatine ^{bilatérale} ~~totale~~ totale
 Gauche postérieure

Fente palatine droite bilatérale
 Gauche postérieure
 Sous-muqueuse totale

Pharyngoplastie

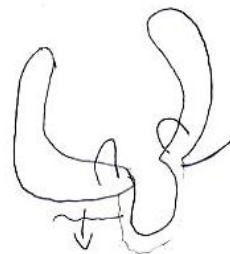
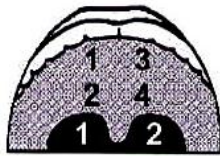
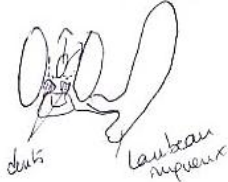
Longueur et épaisseur du lambeau si vélopharyngoplastie _____

Position du voile / rhinopharynx : + postérieur + antérieur

Apparence anatomique du voile : court fibreux

Réussite de l'opération

Régions opérées :



Mobilité du voile : 0% ----- 100%



23.01.95



? plus le uplet avec 1 fente peu - lambelette median

Cap

22/01/96

1.01

- 27.4.94 ① Cure de la lème à G selon Tenison
 9.8.94 ② Cure de la lème à D : plastie en W.
 17.11.94 ③ Fermeture du palais
 6.2.96 ④ Fermeture fistule vestibulonasale D +
 vestibuloplastie.
 6.11.97 ⑤ Vestibuloplastie
 cure fistule palatonasale bilatérale
 drains tympaniques.

19.9.06 - lème : cicatrice de belle qualité
 philtrum large et abondant, simple musculaire
 pas notable ni au niveau de la lème blanche,
 Defect osseux alvéolaire malgré l'arcade alvéolaire
 haute largeur palatine ns classe III.
 → Lefort I d'abord ?
 - élites à répétition
 fuite nasale / fistule très antérieure médiane
 juste en arrière de l'arcade dentaire -
 - ps de déficience nasale
 trouble articulaire sur ch/j/s/z

Anatomie du locuteur

Nom
Date de naissance

.95

très grave F.
écart entre les arcs
Sifflants & zcu.

Type de pathologie : fente labio-palatine droite totale
 Gauche postérieure

Fente palatine droite bilatérale
 Gauche postérieure
 Sous-muqueuse totale

Pharyngoplastie

Longueur et épaisseur du lambeau si vélopharyngoplastie _____

Position du voile / rhinopharynx : + postérieur + antérieur

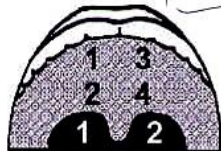
Apparence anatomique du voile : court fibreux

Réussite de l'opération

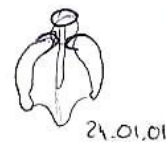
20 105 198

22/08/196
chirurgie de la repueuse
occasionnelle
pr. de causticité des 2 cavités
nasales.

Régions opérées :



Mobilité du voile : 0% ----- 100%



- 1.2.96. ⁽¹⁾ cure lèvre droite
 6.2.96 reprise car lachage
 25.4.96 ⁽²⁾ cure lèvre G
 22.8.96 ⁽³⁾ cure du palais
 19.6.97 ⁽⁴⁾ Fermeture trou palais aut. + fermeture fistule
 20.5.97 ⁽⁵⁾ Fermeture fistule bucconasale ^{vestibulo-nasale} a.
 7.1.99 ⁽⁶⁾ soins dentaires + ablato au niveau de la racine D
 d'l corps étranger représenté par 1 al restant.
 24.1.01 ⁽⁷⁾ Plastique columelle

21.05.07 - endognathie importante des 2 fragments latéraux
 bourgeon médian mobile. Fente récurrente sur la ligne
 rétro-
 (expans° en tous)
 - fistule palatine aut. d'± 0,5 cm au niveau de la bête
 dentate cloison nasale à D.
 - occlus° inversée bilatérale
 quadhelix en place
 - parole sans faisance, ss dépendite nasale (s/su/pl)
 timbre de voix clair, voix l peu faible.

⊕ - libérato d'1 lbeau rectangulaire, tenuit fibreuse - resurhaus le lbeau au niveau
 de la cloison avec M 5%. l pr mis en profondeur pr bien fixe. affrontent au niveau
 de la lèvre - gêne par le caractère scléreux de cette partie médiane de la lèvre.
 Souffrance récurrente au bistouri et suture cutanée se fait ss tension.

Anatomie du locuteur

Nom

Date de naissance

.98

Type de pathologie : fente labio-palatine droite totale *intergingival*
 Gauche postérieure *très large, écart de 2 cm.*

Fente palatine droite bilatérale
 Gauche postérieure
 Sous-muqueuse totale

Pharyngoplastie

Longueur et épaisseur du lambeau si vélopharyngoplastie _____

Position du voile / rhinopharynx : + postérieur + antérieur

Apparence anatomique du voile : court fibreux

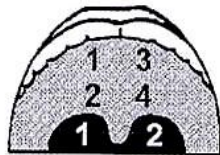


Réussite de l'opération

Régions opérées :



12.12.01



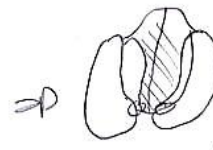
trou palatin

Mobilité du voile : 0% ----- 100%

03/99
06/99



partie ant. du - nasal
non suturée n's lambeau
vomerien fixé au beau palatin



palais ant
l'ns
étroit.

1 synd. de Pierre Robin

- 10.12.98. Cure de la lème (Tennison)
 18.03.99 Cure du palais dur et mou
 26.1.00 Fermeture trou palais ant.
 12.01.01. Vestibuloplastie - cure fistule palato-nasale
 et vestibulo-nasale.

arcs gingivaux $\approx 0,5$ cm le 11/02/99

21.05.07. lème bonne qualité, ptilla épaissie \approx cicatriciel
 de la 1^{re} moitié de la lème, Fente assez large
 au niveau de l'arcade
 \rightarrow greffe osseuse de l'arcade vers 11/12 ans
 - paroi claire ss de paroi nasale

vestibuloplastie: incis^o transversale qui va \approx soutenue
 longitudinalement sur ≈ 1 cm.
 Reste 1 zone de largeur de hauteur sur $0,5$ cm
 l'année libre.

Anatomie du locuteur

Nom
Date de naissance

94

Type de pathologie : fente labio-palatine droite totale
 Gauche postérieure

defouat de
l'arc surnasal
mais discret
contact

Fente palatine droite bilatérale
 Gauche postérieure
 Sous-muqueuse totale

Pharyngoplastie

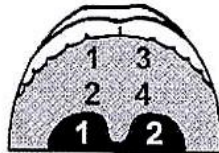
Longueur et épaisseur du lambeau si vélopharyngoplastie _____

Position du voile / rhinopharynx : + postérieur + antérieur

Apparence anatomique du voile : court fibreux

Réussite de l'opération

Régions opérées :



11/10/94



utilat de la
requeve de
voile

Mobilité du voile : 0% 100%



8/11/95

1 synd. de Pierre Robin

4.5.94. Cure de la lèze selon Tennison.

11.10.94 cure du palais

8.11.95. vestibuloplastie + fermeture fistule vestibulonasale
D

- 26.06.06. beau résultat au niveau labial
bon équilibre au niveau de la tête rge.
fistule palato-nasale droite persiste, un peu invalidante.
- siffle osseuse ? par l'écoulement fistule.
 - dysphonie avec voix chuintante, d'intensité faible
en lien avec 1 insuffisance vélaire.
 - obstruction nasale fréquente + fausse route.

Anatomie du locuteur

Nom
Date de naissance

.95

Type de pathologie : fente labio-palatine droite totale
 Gauche postérieure

Fente palatine droite bilatérale
 Gauche postérieure
 Sous-muqueuse totale

Pharyngoplastie

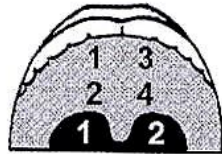
Longueur et épaisseur du lambeau si vélopharyngoplastie _____

Position du voile / rhinopharynx : + postérieur + antérieur

Apparence anatomique du voile : court fibreux

Réussite de l'opération

Régions opérées :

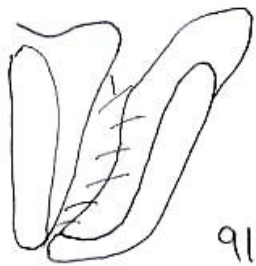


Mobilité du voile : 0% ----- 100%

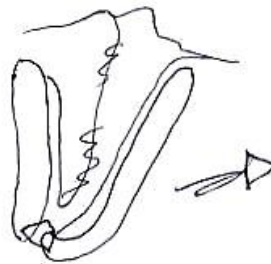
1 synd. de Pierre Robin

- 26.3.95 Cure de la lèvre tertiaire
 27.6.95 Cure du palais
 21.3.01 Fermeture fistule vestibulo nasale G
 + soins dentaires

2/07/07 - reconstruction labiale de bonne qualité, il y a un petit décalage au niveau de la jonction cutané-muqueuse et petit affaissement au niveau du pied d'aile, la lèvre est ample et noble, le palais est complet, le voile mobile à la parole.
 - plap de tympanosclérose postérieure au niveau du tympan fibreux à droite, ss perforate, globalement rétracté gauche.



9108199



palais complet
avec 1 diette

Anatomie du locuteur

Nom

Date de naissance

95

Type de pathologie : fente labio-palatine droite totale
 Gauche postérieure

+ préhension du lambeau médian

Fente palatine droite bilatérale
 Gauche postérieure
 Sous-muqueuse totale

énorme décalage de l'os de ZCU

Pharyngoplastie

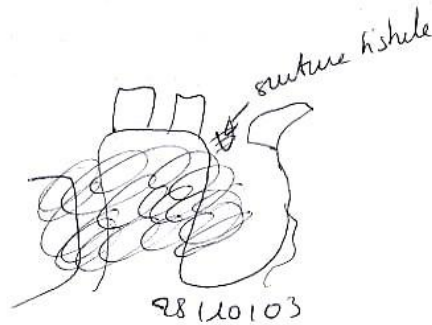
Longueur et épaisseur du lambeau si vélopharyngoplastie _____

Position du voile / rhinopharynx : + postérieur + antérieur

Apparence anatomique du voile : court fibreux

Réussite de l'opération

Régions opérées :



Mobilité du voile : 0% ----- 100%



1/ synd. de Pierre Robin

- 28.3.95 ① Cure de la lèvre gauche
 3.8.95 ② " " " " droite
 7.11.95 ③ Cure du palais
 4.1.97 ④ Fermeture fistule vestibulaire bilat.
 + solidarisation du prémaxillaire
 28.10.03 ⑤ greffe maxillaire bilatérale

21.05.07. il y a une insuffisance musculaire au niveau de la région philtrale avec 1 amincissement et 1 écartement du philtrum; les seuils nasaux sont équilibrés.

- petite rhinotomie, appareillée depuis 1 an pr les dents.
- appareillage fixe maxillaire palatin est en place avec un sur-élévateur rétro-incisif, des ceintures sur les prémaxillaires maxillaires - la 11 présente 1 rotato disto-vestibulaire sup., gênant psychologiquement le patient.
- parole est claire et sans dépendance nasale, articulation de /s, z/ un "peu renouillée" en lien avec l'appareillage dentaire - difficultés en lecture.

28.10.03 → FP bilatérale → fermeture d'1 fistule palato-nasale & greffe maxillaire bilatérale avec prélevement spongieux ilaque droit.

Anatomie du locuteur

Nom

Date de naissance

96

Type de pathologie : fente labio-palatine droite totale
 Gauche postérieure

Fente palatine droite bilatérale
 Gauche postérieure
 Sous-muqueuse totale

Pharyngoplastie

palais dur dur

Longueur et épaisseur du lambeau si vélopharyngoplastie _____

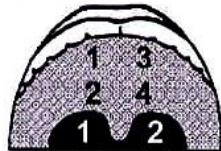
Position du voile / rhinopharynx : + postérieur + antérieur

Apparence anatomique du voile : court fibreux

Réussite de l'opération

ok

Régions opérées :



Mobilité du voile : 0% ----- 100%

synd. de Pierre Robin

27-2-97. cure du palais

20-05-97 = palais bien reconstruit, lg, avec luette -

↳ infiltrats ds les lambeaux postérieurs, incis° médiane
 sagittale puis libérés séparés ds 2 lambeaux, échelon^t des
 palpines postérieures et des inserts ds élév^t musculaires
 au niveau des crochets ptérygoidiens.
 délimitat° permet d'obtenir 1 parfaite suture en 2
 plans avec 1 ptite luette

30-08-99 → bonne reconstruction du palais
 chaîne de voix claire

7.10.02 → voile touffu

- surdité de transmission bilatérale,
 tympanogrammes plats.

- parole claire ss dépendance
 PB de Neuorinats° auditive.

21/03/06 - palais complet, voile robuste

dont = endonaxilie très importante
 → il faut corriger la largeur du palais
 et aligner les dents permanentes.
 - voix claire ss dépendis° nasale -

Anatomie du locuteur

Nom
Date de naissance

03

Type de pathologie : fente labio-palatine droite totale
 Gauche postérieure

Fente palatine droite bilatérale
 Gauche postérieure
 Sous-muqueuse totale

avec nasalisation
du vowel.

Pharyngoplastie

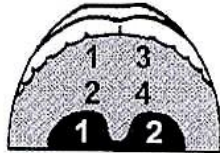
Longueur et épaisseur du lambeau si vélopharyngoplastie _____

Position du voile / rhinopharynx : + postérieur + antérieur

Apparence anatomique du voile : court fibreux

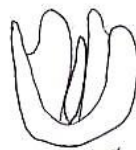
Réussite de l'opération

Régions opérées :



4/03

Mobilité du voile : 0% ----- 100%



8/03 FP totale
Palais
creux
+ dysmorphie évoquant
1 synd. de Pierre Robin

1107103 - Cure de la F.

Retrognathisme mandibulaire
palais cplet avec luette.

06.01.06. - palais cplet, voûte noble, ps de fuite alimentaire

Nasale

Rhinolalie marquée.

- classe III par rétrognathisme

- rhinolalie nette vs bonne articulation des sons.

Anatomie du locuteur

Nom
Date de naissance

95

Type de pathologie : fente labio-palatine droite totale
 Gauche postérieure

Fente palatine droite bilatérale
 Gauche postérieure
 Sous-muqueuse totale

Pharyngoplastie

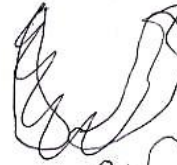
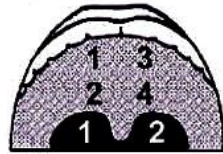
Longueur et épaisseur du lambeau si vélopharyngoplastie _____

Position du voile / rhinopharynx : + postérieur + antérieur

Apparence anatomique du voile : court fibreux

Réussite de l'opération

Régions opérées :



4/96

Mobilité du voile : 0% ----- 100%



bi-don
jugales S.
10-9-98.



base très étroite
relau le libere
du supalates
très large.

profonde
dépres
entre
1/2 palais
du
1/2 palais
non

- 1.2.96. ① Cune de la lèvre
 16.4.96 ② cune au palais
 27.11.96 ③ Fistule de la lèvre inf. (cavité)
 10.09.98 ④ Brides jugales internes gauches
 12.3.99 ⑤ soins dentaires

19.3.97 - pas d'encoche au niveau de la jonction
 labio-linguale
 lèvre sup. très fine et rapp. à l'aspect imp.
 de la zone maxillaire
 au niveau de la lèvre inf. un aspect en lippe
 sur le plan ~~fronto~~-palatin, ps de communication
 voile nobile à la parole. bucco-nasale,
 - dentat de la cloison nasale du côté gauche -
 - lèvre de voix claire

3104106 ⑥ pharyngoplastie

- 13.05.09 - palais antérieur très étroit
 - se ferme sur certains phonèmes
 - étroitesse du palais ant. gêne la fermeture et
 l'articulation
- 21.06.05 - fermeture assurée au niveau du palais dur et moule
 - courbure maxillaire insuff. haute d'1 pt de vue
 antéro-postérieur & latéral.
 réelle dans int avec lèvre sup. avalée par lèvre inf.
 Rhinopathie ouverte → pharyngoplastie
 - agénésie ds 55, 54 & 64 & 31. hyperdéveloppement du
 maxillaire
 oclus° inversée incisive
 endo maxillaire.

Annexe 4 : Articulations compensatoires à la lumière de la cinéroradiographie : une étude de cas

Kieffer (1965) a exploré et observé les phénomènes de compensation, dans une étude cinéroradiographique, comparant un enfant porteur d'une fente palatine (Flück) à un enfant sans trouble de la parole.

En ce qui concerne le voile du palais, des compensations à l'hypernasalité apparaissent, avec une augmentation même de l'étendue du contact vélo-pharyngal chez le sujet pathologique, par rapport à celui du sujet sain. Ces contractions compensatoires s'étendent jusqu'aux consonnes nasales, qui s'en trouvent partiellement dénasalisées. En effet, le sujet, rééduqué, parvient à fermer le passage vers les cavités nasales avec le voile, cela pour les consonnes orales. Cependant, ces phénomènes compensatoires qui se dessinent, sont amplifiés au point d'entraîner la dénasalisation de ces consonnes nasales, provoquant ainsi un « ratage » de la « cible » articulatoire.

Kieffer a noté une phase occlusive lors de la production des consonnes constrictives. L'énergie articulatoire mise en jeu par le sujet Flück serait telle que la constriction se resserre durant la production de toutes les constrictives. Les consonnes prennent alors un aspect occlusif. Cependant, Kieffer souligne le fait qu'il n'est question d'occlusion que sur le plan sagittal médian, et, comme la résolution est moyenne, il ne s'agirait peut-être que d'une tendance à l'occlusion.

A l'écoute, elle constate une diction plus « dure » que la normale chez Flück., sans distinction du caractère explosif des constrictives. Le débit de ce sujet pathologique est par ailleurs plus lent que les locuteurs de contrôle.

Selon l'auteur, les anomalies sont dues à la contraction exagérée des organes articulatoires. La dépense d'énergie supplémentaire est peut-être apparue au moment de la rééducation du jeune Flück. Des contractions compensatoires apparaissent sur la paroi pharyngée lors de la production des consonnes orales. L'hyporhinolalie* d'origine fonctionnelle et organique (liée à la déviation de la cloison nasale), l'emporte.

A signaler que Kirkpatrick et Olmsted (1959, *in* Kieffer, 1965) considèrent, déjà, l'élévation de la langue comme une stratégie compensatoire importante du mauvais fonctionnement du voile, au même titre que l'avancée de la paroi postérieure du pharynx. La remontée de la langue en direction du voile contribue à la fermeture vélopharyngée, un effet compensatoire pour garder le caractère oral des consonnes concernées. Cependant, une occlusion vélopharyngienne, vue sur le plan sagittal médian, n'exclut pas un passage de l'air latéral. Il se peut que l'élévation exagérée permanente de la langue ait l'effet opposé, et favorise la transmission de vibrations par la voûte palatine et le palais mou. Kieffer fait remarquer, à juste titre, que des enregistrements kymographiques ou oscillographiques auraient pu renseigner les vibrations nasales et crâniennes du sujet.

Au repos, le voile du palais n'a pas de position tout à fait relâchée ; il présente un profil moins droit et moins aplati que chez les sujets sains (la contraction est très légère). Cette contraction, très légère mais tonique du voile, s'établit souvent chez des sujets ayant des végétations.

Podvinec et Mark (1951) ont réalisé des tomographies du pharynx et du larynx montrant que ni l'ouverture buccale, ni l'abaissement de la langue ne peut établir une respiration calme chez les adénoïdiens* qui respirent par la bouche. Il faut qu'il y ait une contraction additionnelle du palais. Cette contraction tonique du voile agit sur le palais dur à la manière d'une poussée anormale dirigée vers le haut. Il en résulte un palais étroit et arqué, ainsi qu'une contraction accentuée de tous les muscles de la face, particularités qui s'observent toutes deux chez le sujet Flück.

Le velum compense les irrégularités et les déficiences de sa position par des contractions qui l'épaississent sur ses deux profils, et le raccourcissent. L'épaississement souple du voile peut se faire par la contraction du muscle péristaphylin interne, qui relève le voile, et du pharyngostaphylin qui l'abaisse par ses fibres ; ces dernières s'insérant sur l'aponévrose palatine.

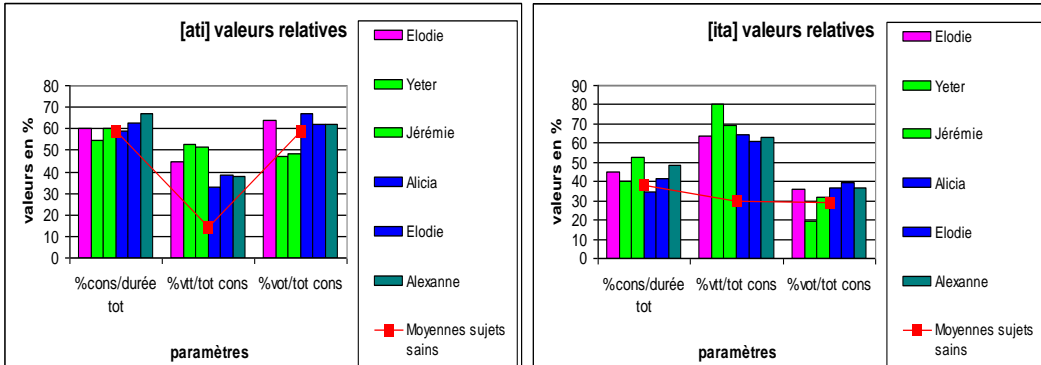
Nous savons qu'un muscle peut aussi ne contracter qu'un certain nombre de ses fibres, car le nerf moteur s'épanouit au niveau des plaques motrices en un grand nombre de fibres nerveuses, dont chacune innerve une unité motrice elle-même constituée par un groupe de fibres musculaires : cela explique l'existence de contractions partielles et sélectives.

Le bourrelet de Passavant se situe entre le rhinopharynx et le mésopharynx. Lorsque les trois muscles constricteurs entrent ensemble en action, ils rétrécissent le diamètre antéro-postérieur et transversal du pharynx. Il s'agit d'une synergie de différents muscles. Le pharyngosse se prolonge en avant sur le bord latéral de la langue, qu'il attire vers le haut et vers l'arrière. C'est pour cette raison que pour les consonnes nasales, la langue avance plus lorsque les contractions pharyngales se relâchent.

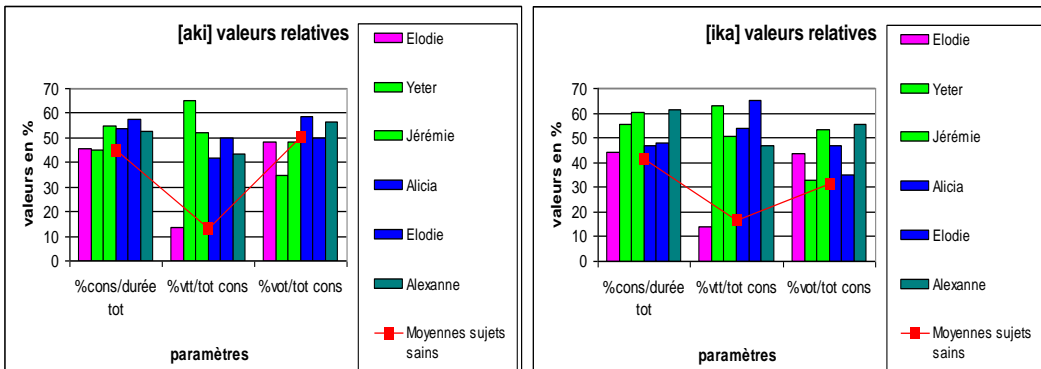
Ce n'est pas le dysfonctionnement vélaire qui importe chez Flück, car il est compensé : les consonnes nasales sont en partie dénasalisées, Kieffer (1965) note des phases d'occlusions dans les constrictives et la tenue articuloire est prolongée.

Annexe 5 : Experience 1

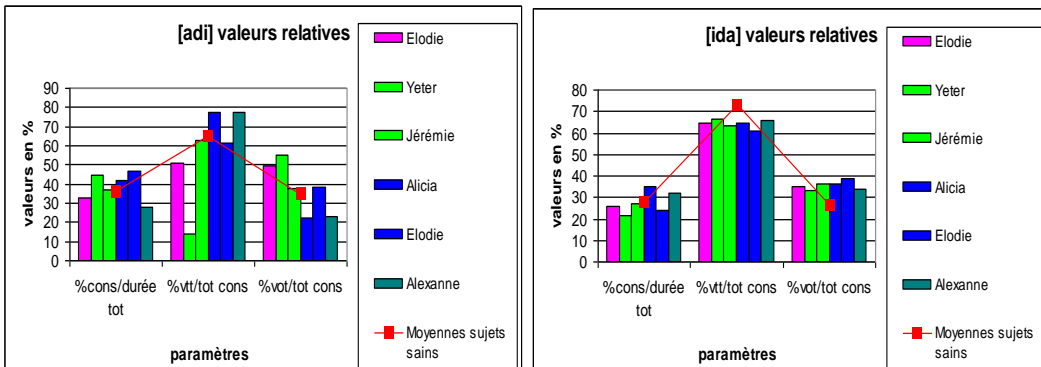
Valeurs relatives des locuteurs âgés de 15 ans.



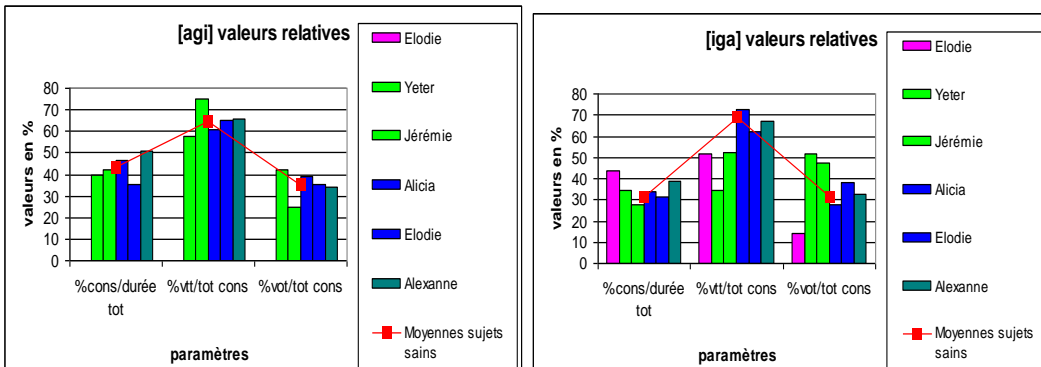
Figures : 108b et 109b



Figures : 110b et 111b

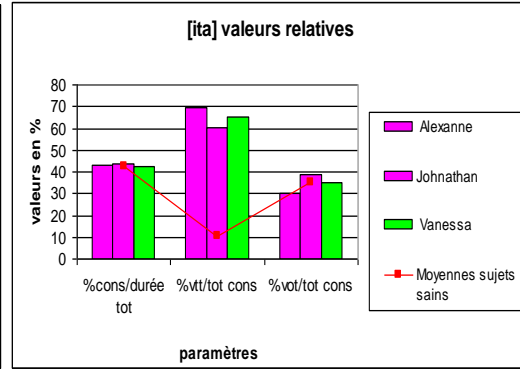
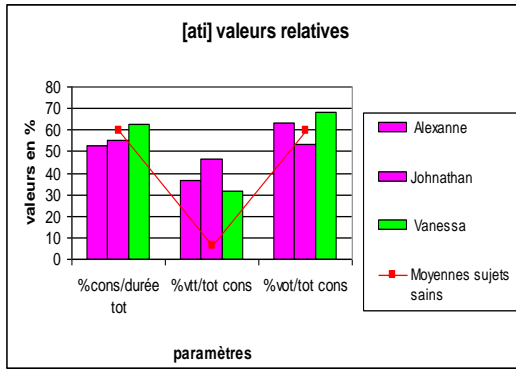


Figures : 112b et 113b

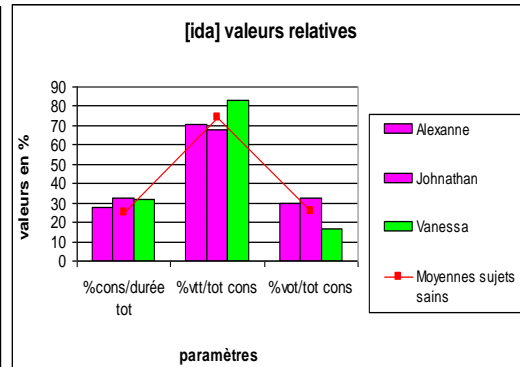
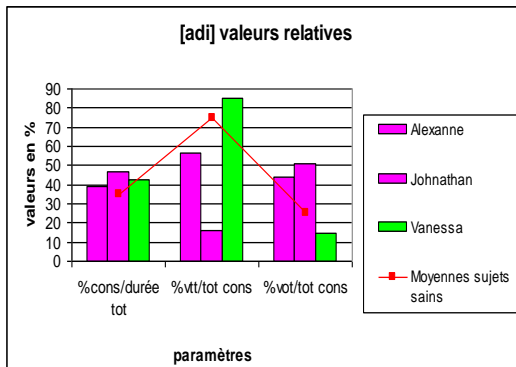


Figures : 115b et 116b

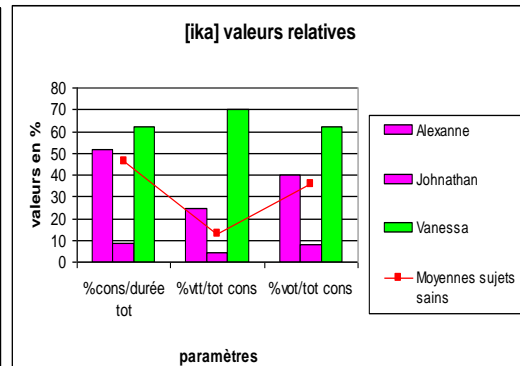
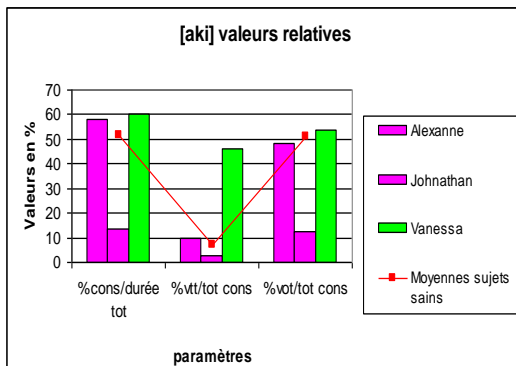
Valeurs relatives des locuteurs âgés de 18 ans.



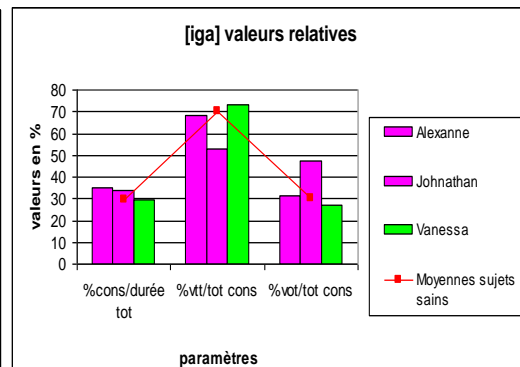
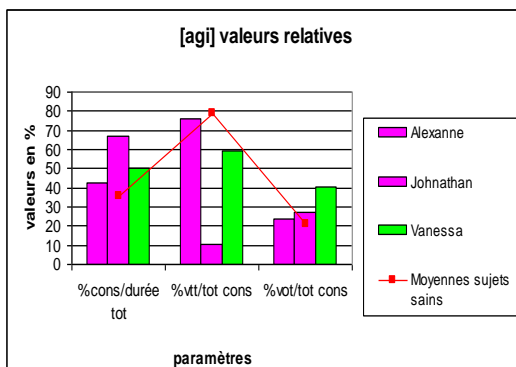
Figures : 117b et 118b



Figures : 121b et 122b

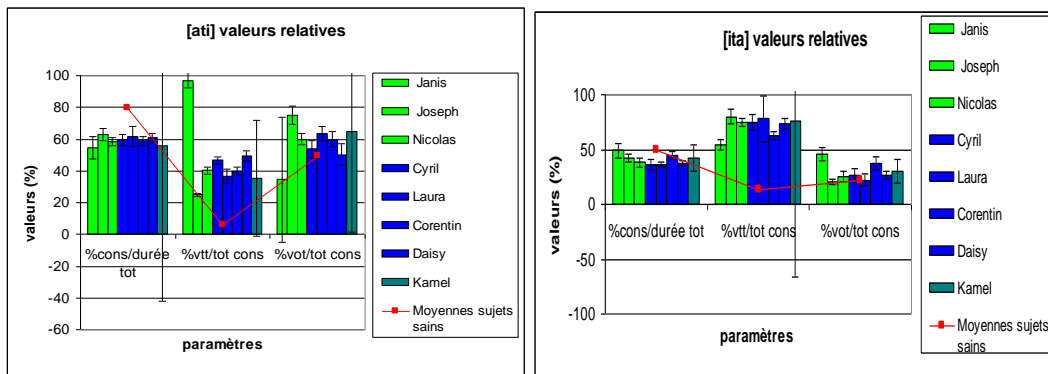


Figures : 119b et 120b

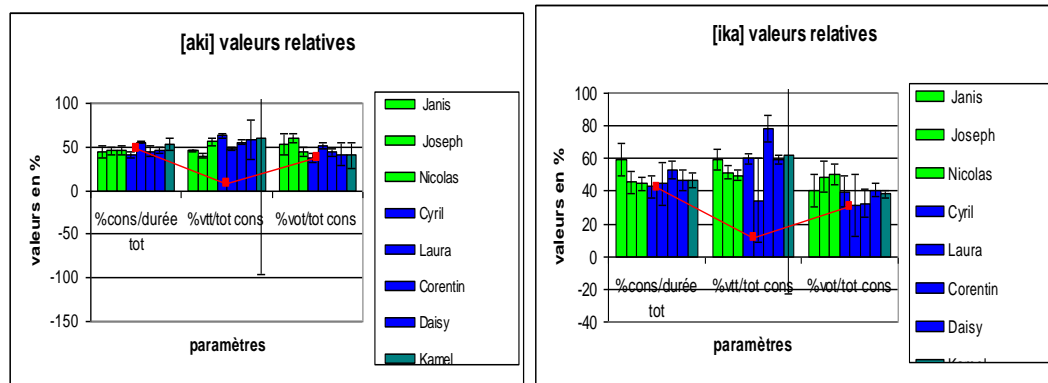


Figures : 125b et 126b

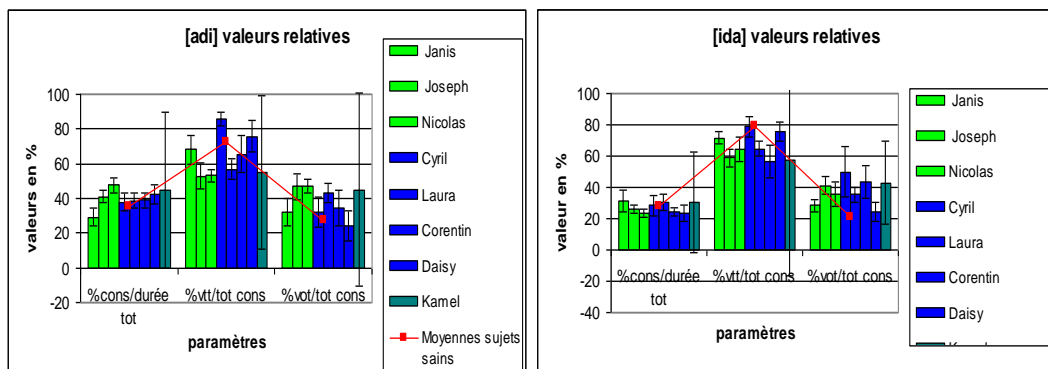
Valeurs relatives des locuteurs âgés de 12 ans.



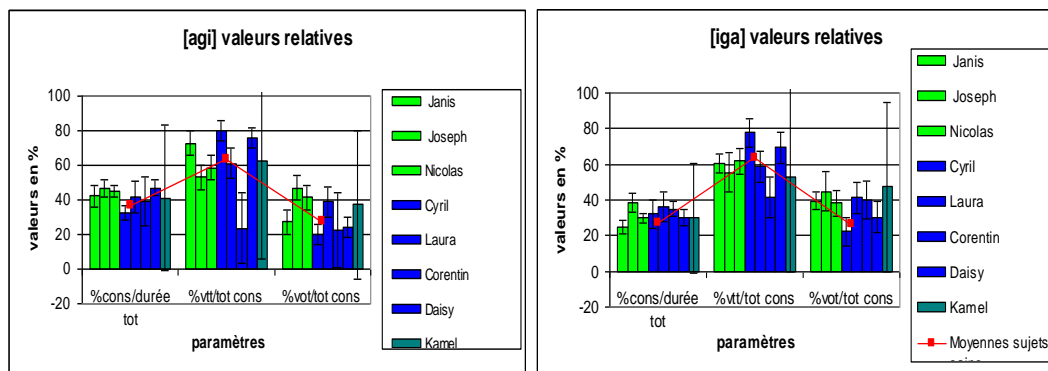
Figures : 98b et 99b



Figures : 102b et 103b

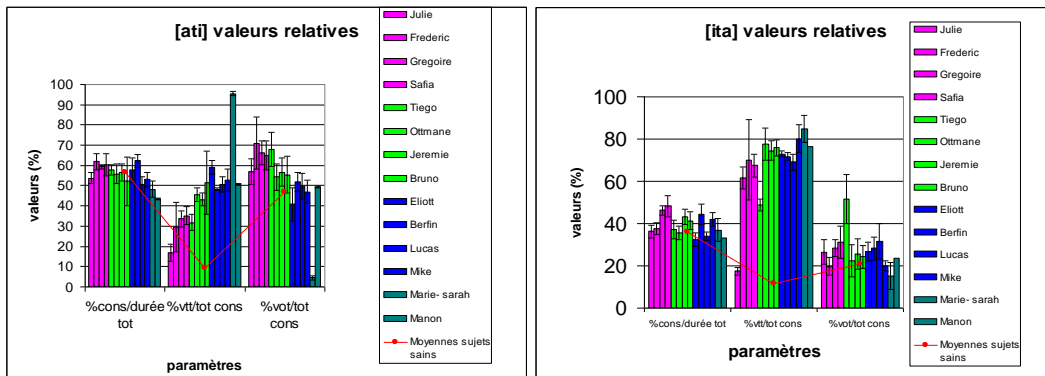


Figures : 104b et 105b

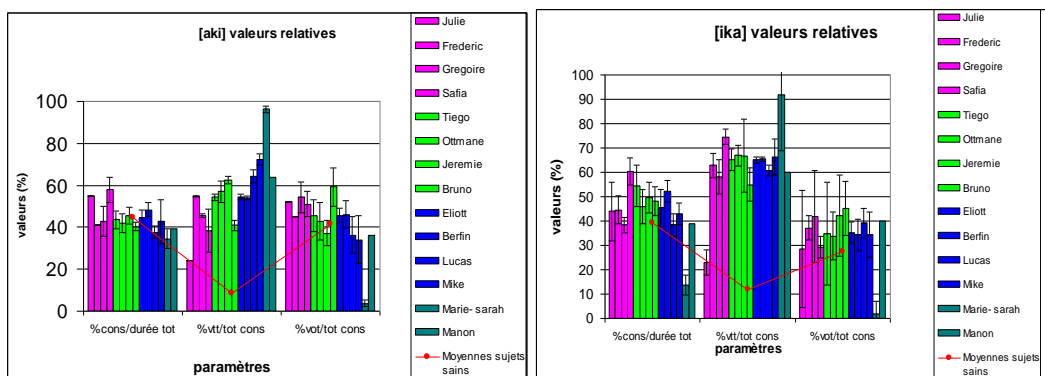


Figures : 106b et 107b

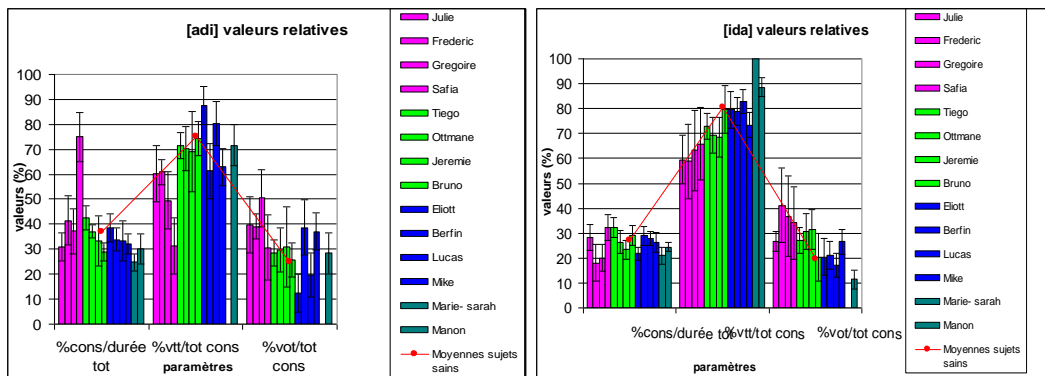
Valeurs relatives des locuteurs âgés de 9 ans.



Figures : 84b et 85b



Figures : 88b et 89b



Figures : 92b et 93b

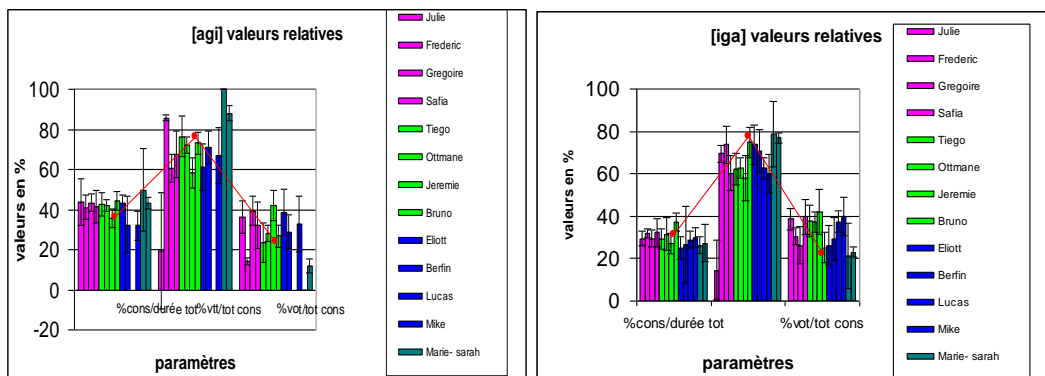
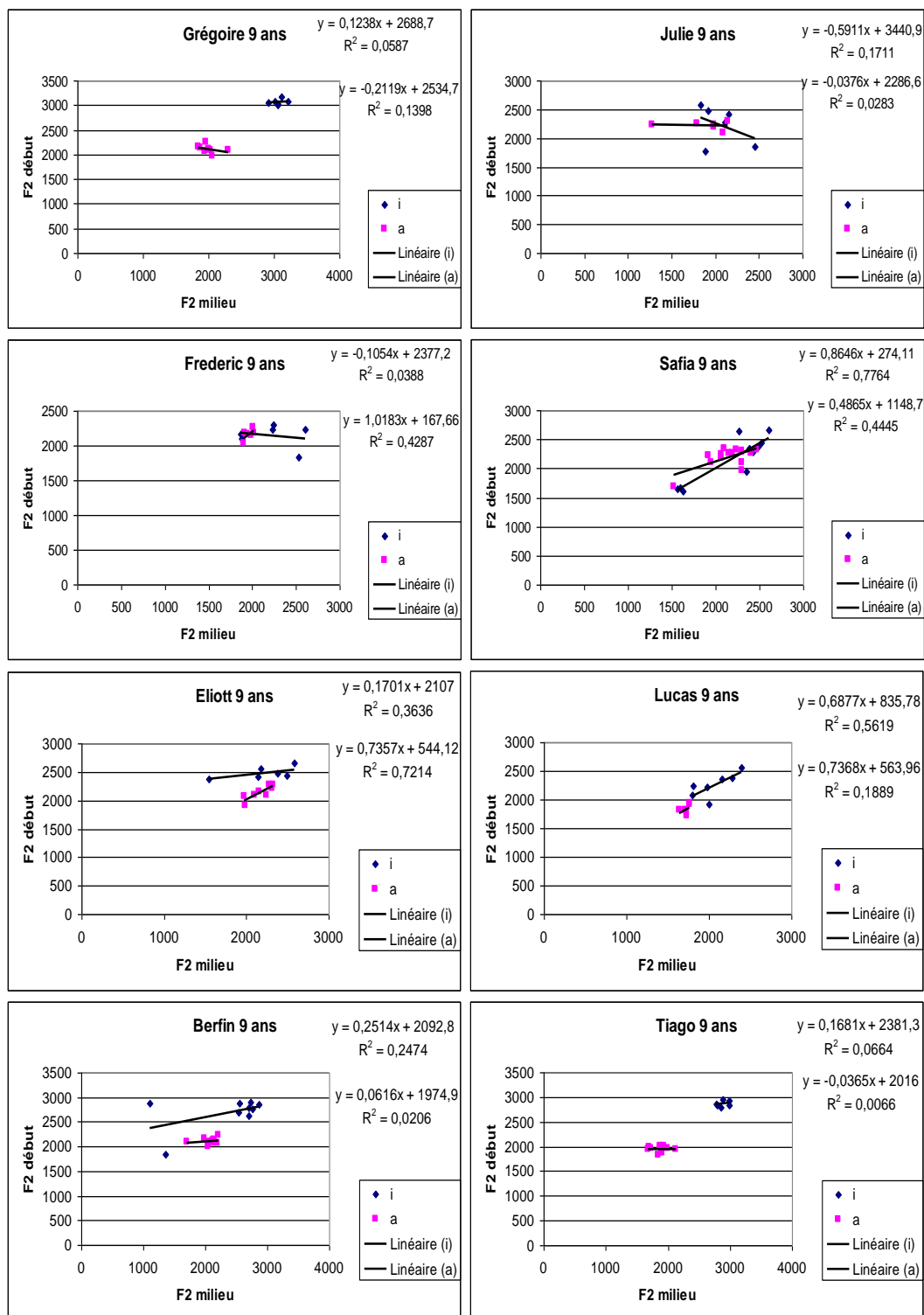


Figure 96b et Figure 97 b

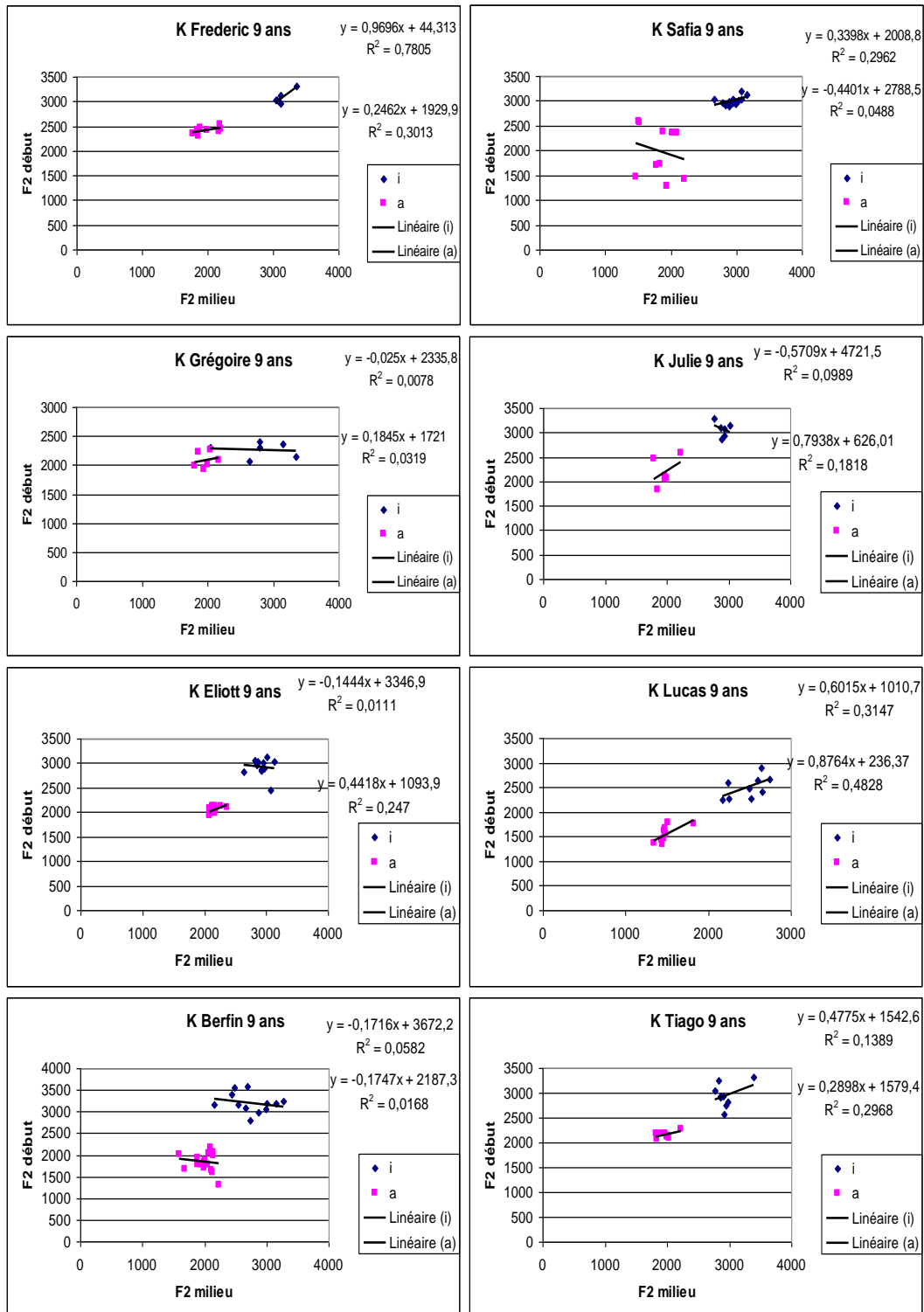
Annexe 6 : Experience 2

Locuteurs pathologiques 9 ans

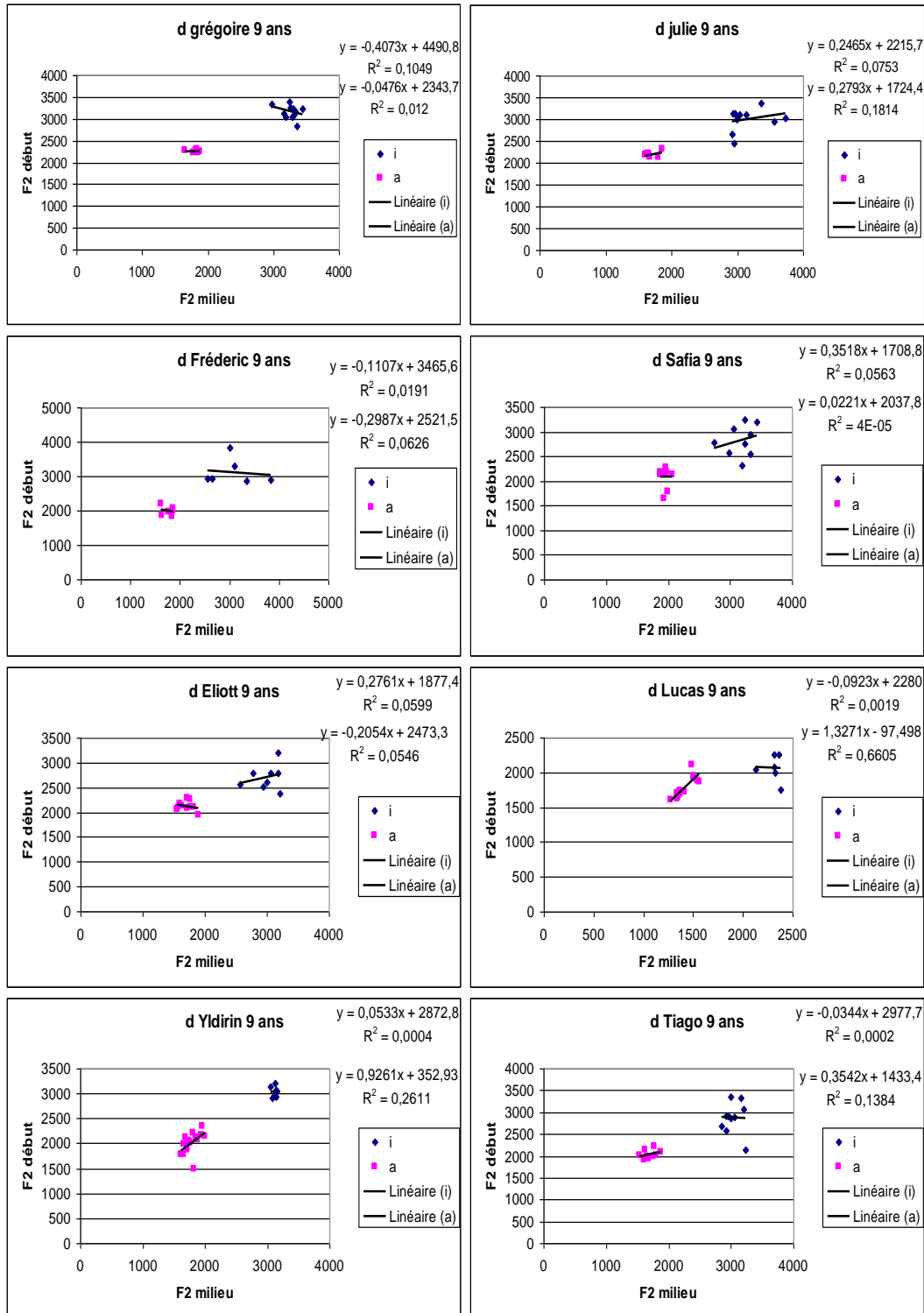
1) T



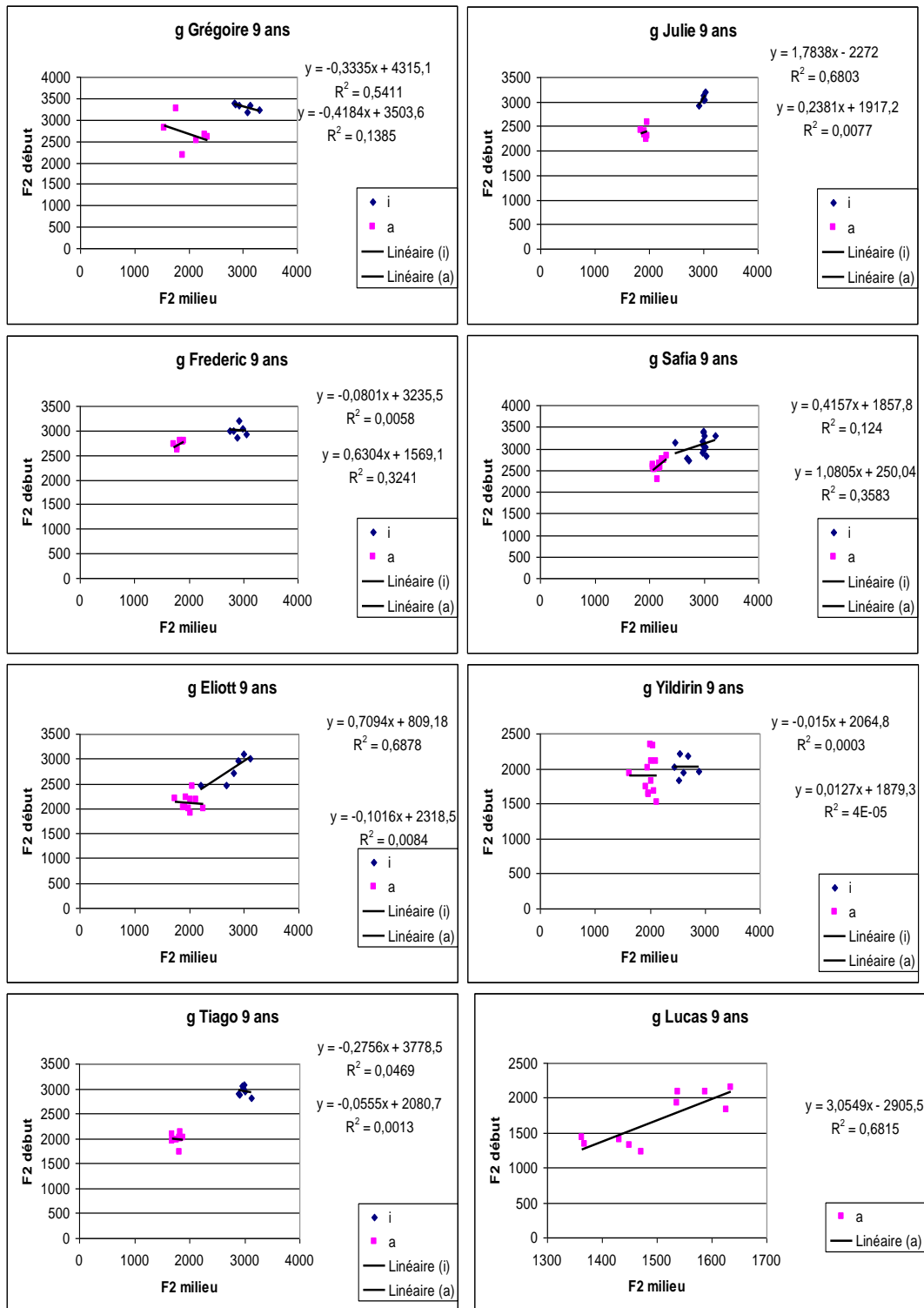
2) K



3) D

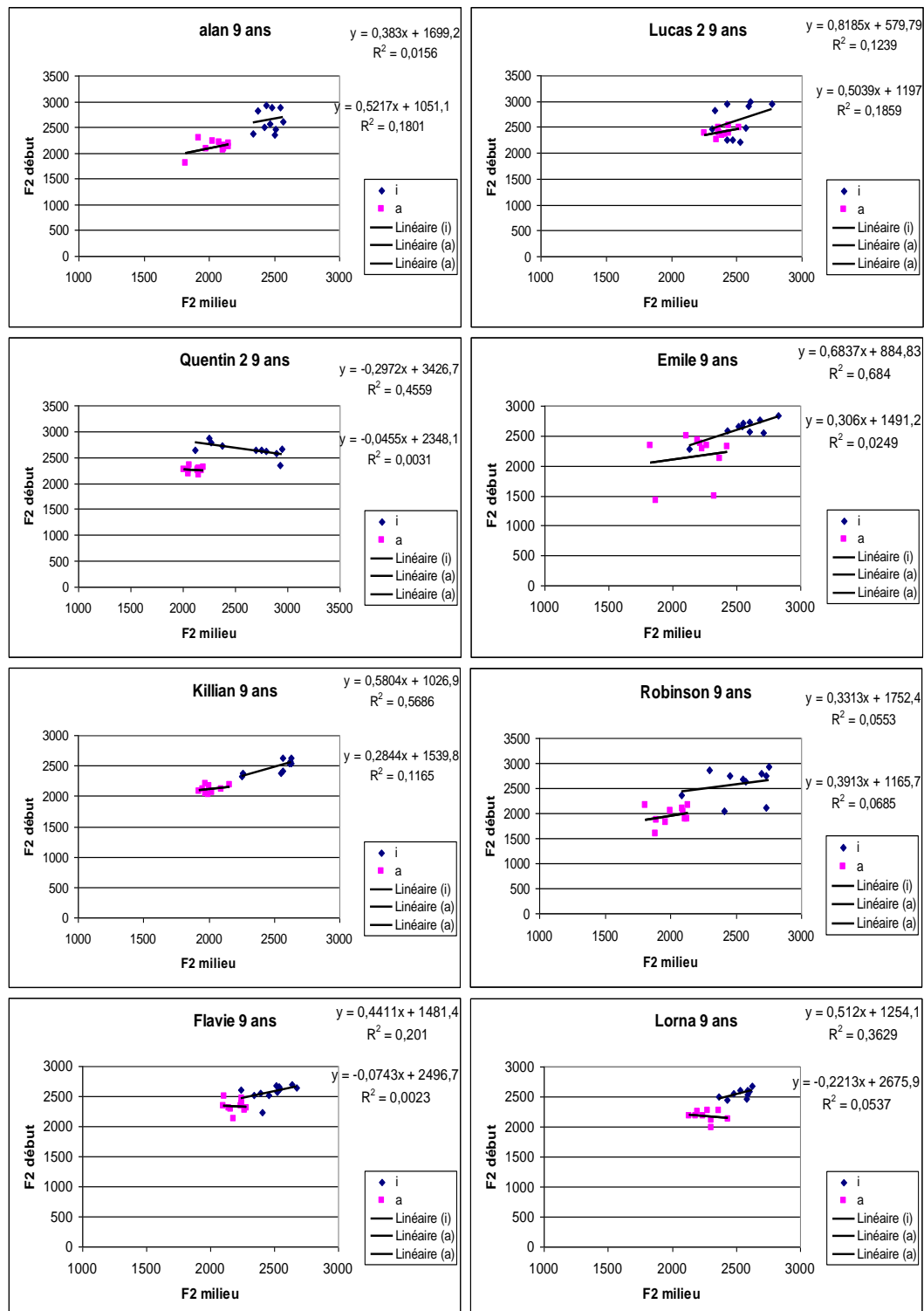


4) G

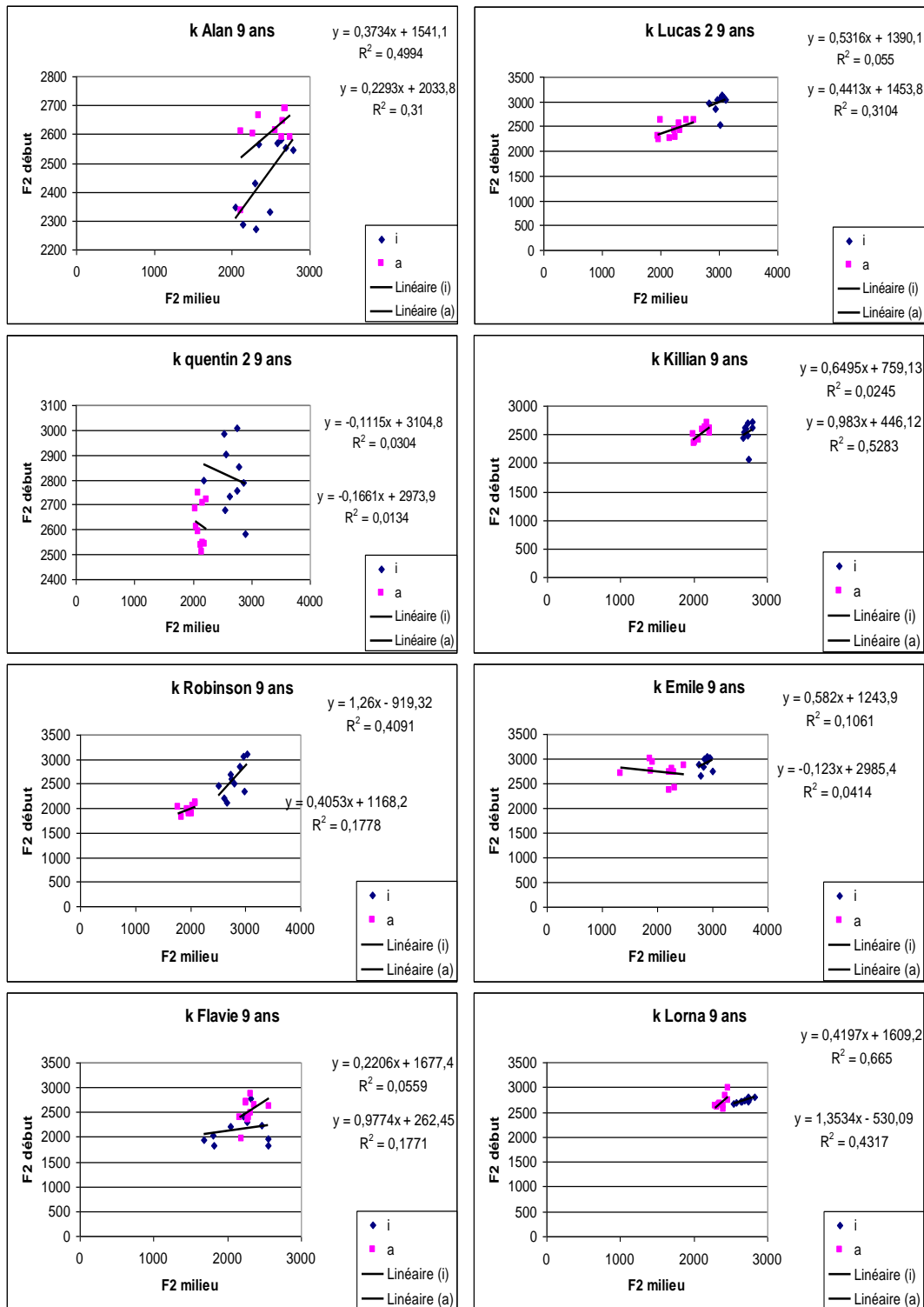


Locuteurs Sains 9ans

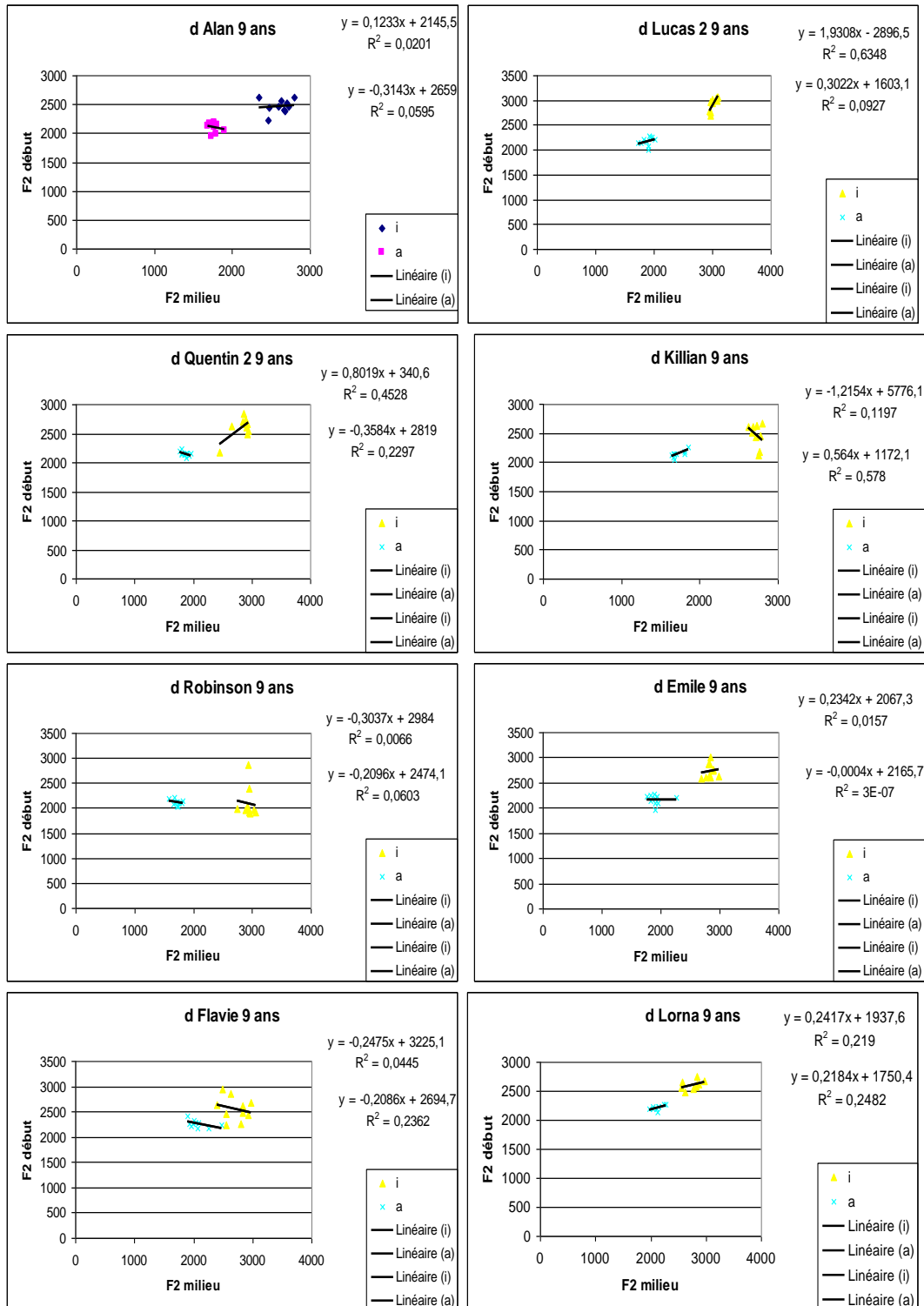
1) T



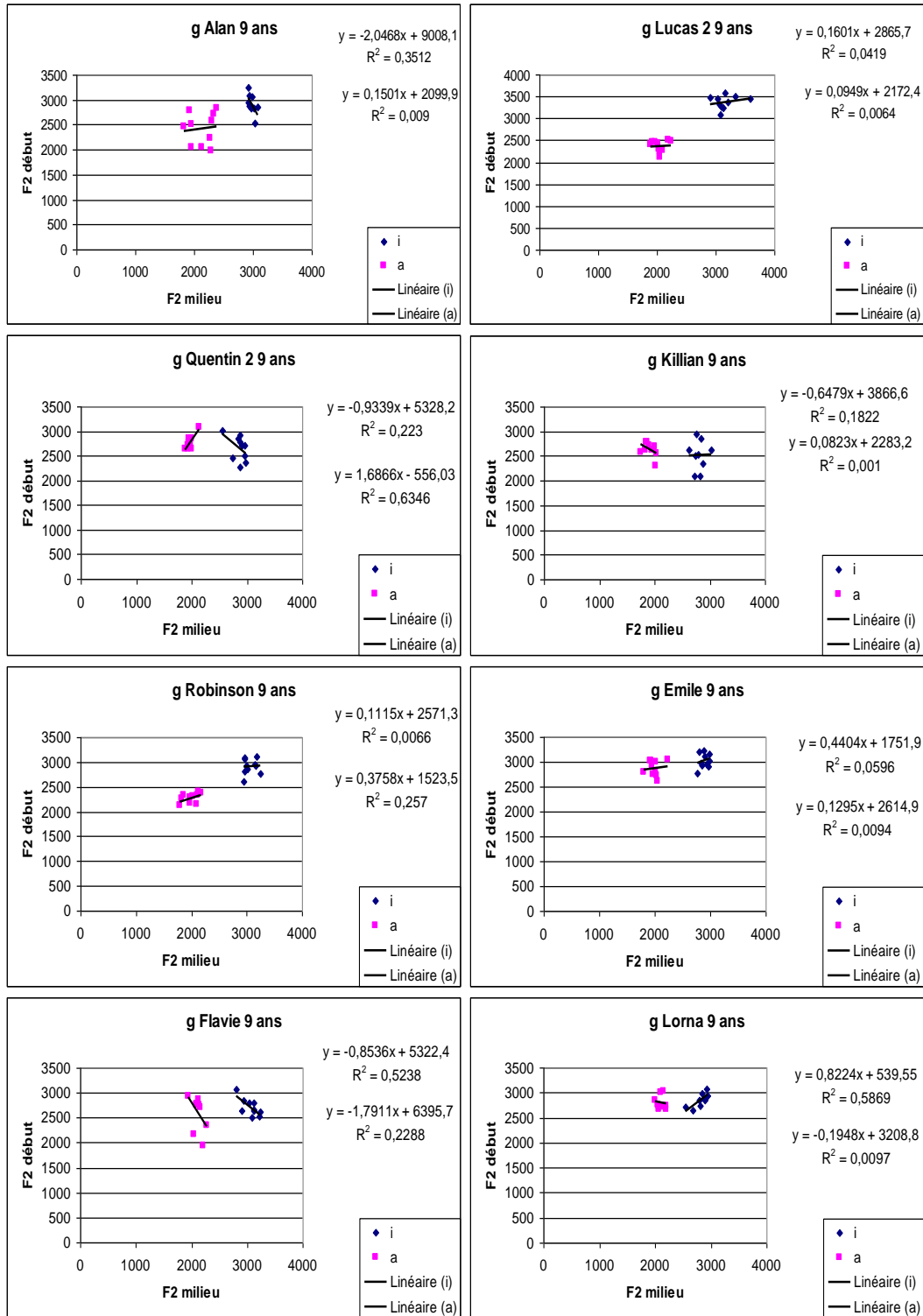
2) K



3) D

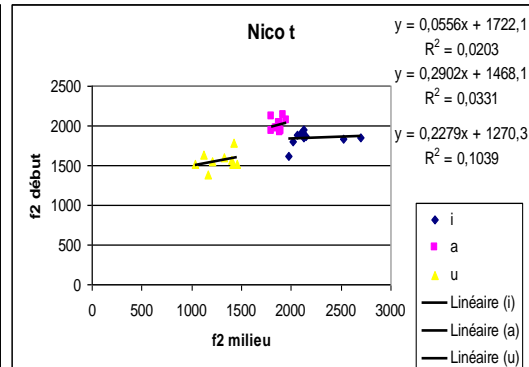
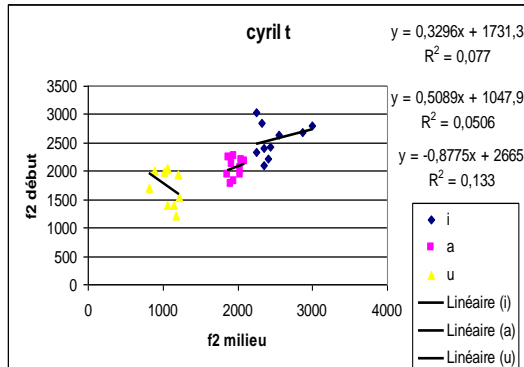


4) G

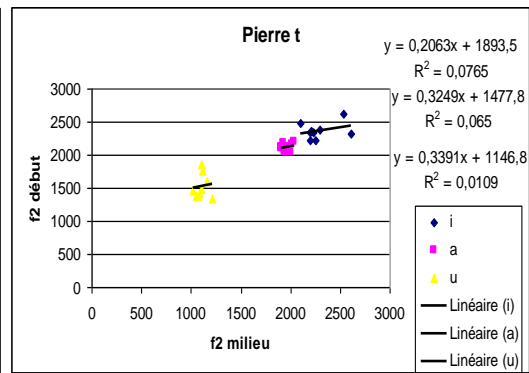
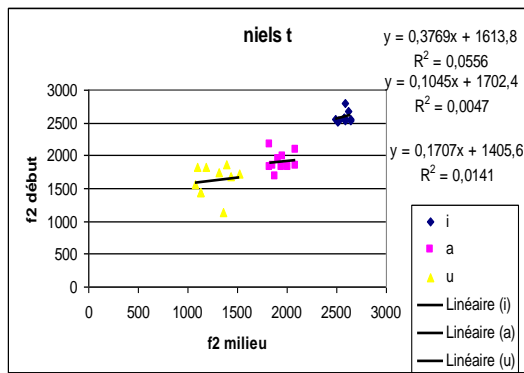


Locuteurs pathologiques 12ans

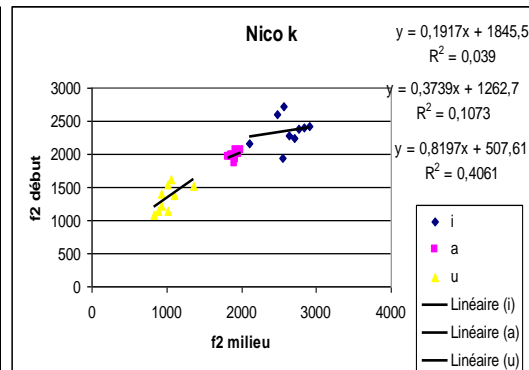
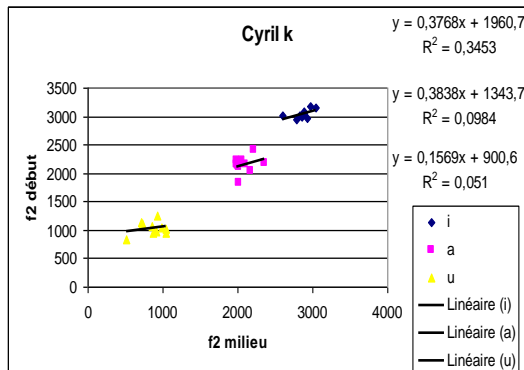
a) T (Locuteurs pathologiques)



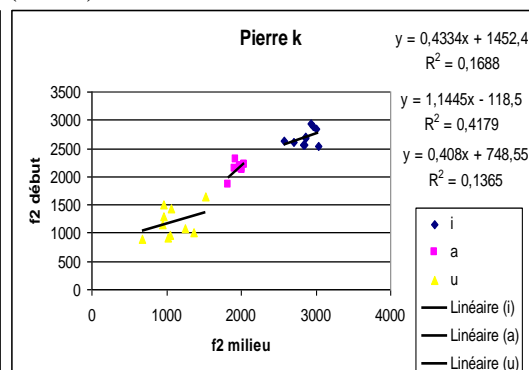
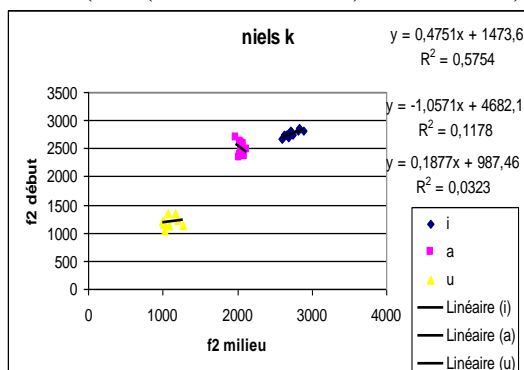
T (Sains)



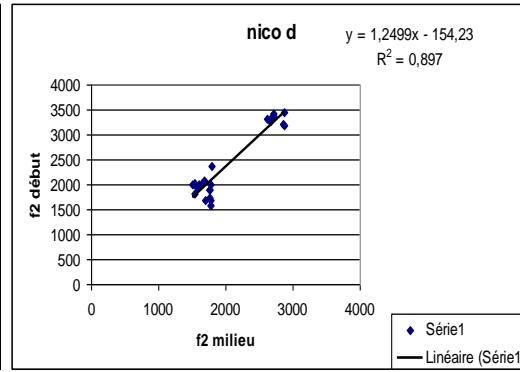
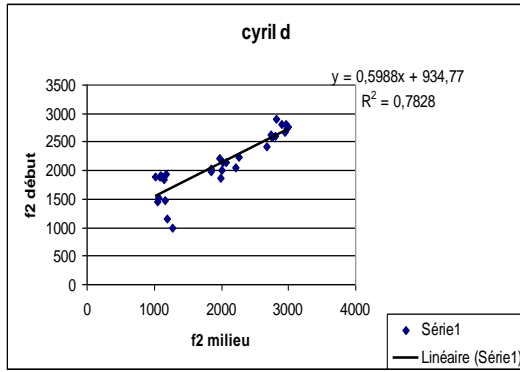
b) K (Locuteurs pathologiques)



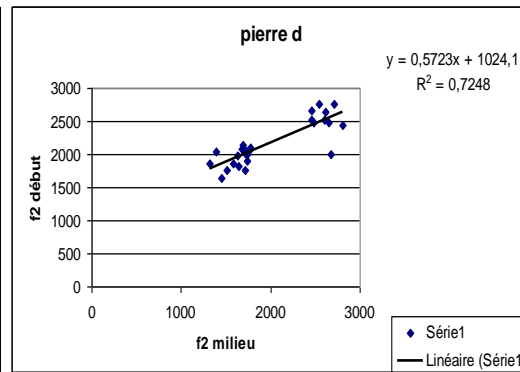
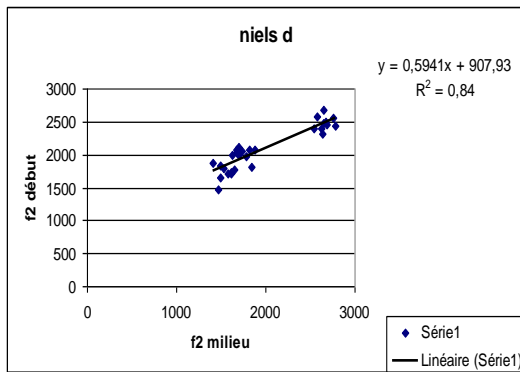
K(Loc(Locuteurs sains)uteurs sains) (Sains)



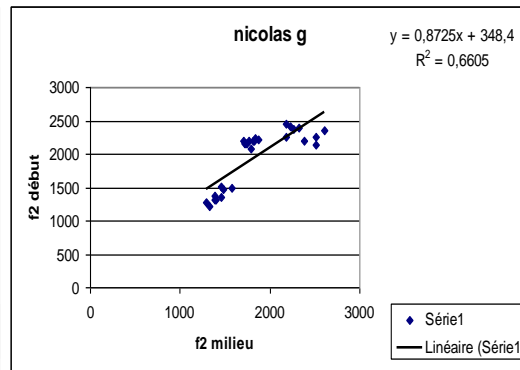
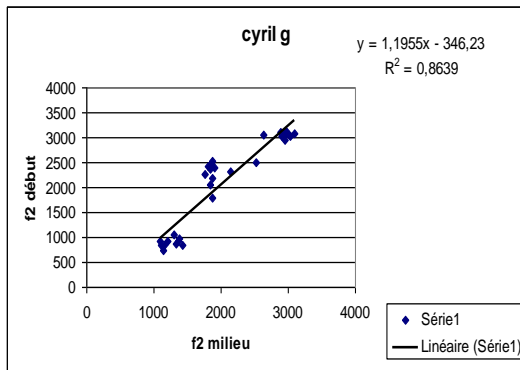
c) D (Locuteurs pathologiques)



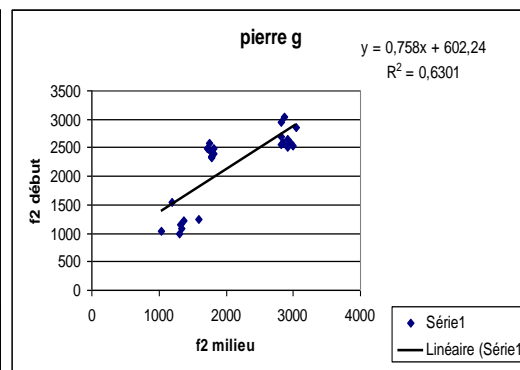
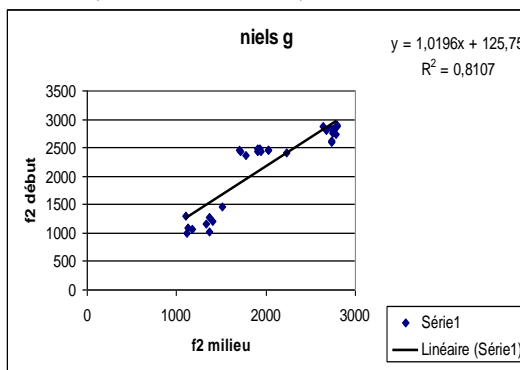
D (Locuteurs sains)



d) G (Locuteurs pathologiques)



G (Locuteurs sains)



Annexe 7 : Expérience 3

Contexte [d]

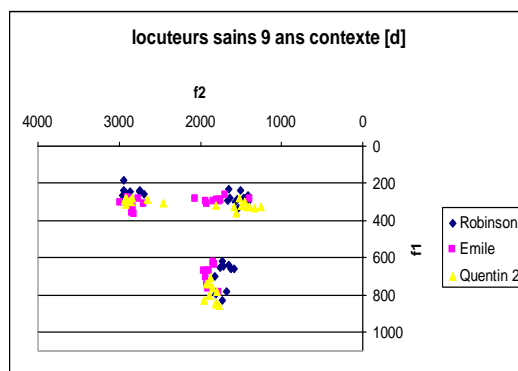


Figure 181 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [t] chez les trois locuteurs pathologiques âgés de 9 ans.

Les locuteurs sains réalisent tous les trois les voyelles dans des régions similaires ; les degrés de variabilité inter et intra individuel sont assez bas. Par exemple pour le [i], l'écart type interindividuel est de 30 Hz pour une moyenne de 300 Hz pour F1, et de 282 Hz pour une moyenne de 2647 Hz pour F2. Au niveau intra-individuel, si nous observons les valeurs nous constatons que le degré de variabilité intra-individuel est faible ; chez Quentin, par exemple, toujours pour le [i], les valeurs des écarts types de F1 Hz et F2 Hz sont respectivement de 12 Hz et 154 Hz, pour des moyennes de 291 Hz et 2827 Hz.

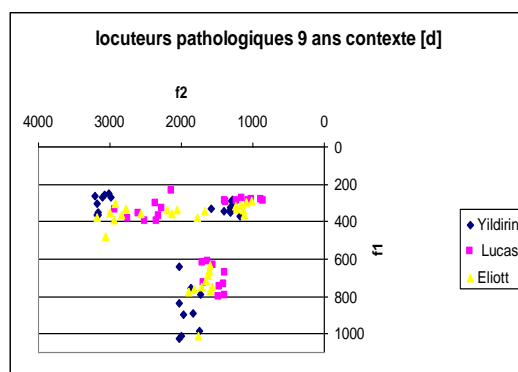


Figure 182 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [t] chez les trois locuteurs pathologiques âgés de 9 ans.

Le graphique ci-dessus, illustre la grande variabilité des productions des locuteurs pathologiques. En effet, ces derniers ont des valeurs plus dispersées et plus éloignées les unes des autres. Les écarts-types sont plus élevés chez ces locuteurs. Chez Elliott, par exemple, les écarts types sont de 47 Hz et 354 Hz pour des moyennes respectives de F1 et F2 de 366 Hz et 2579 Hz lors de la réalisation du [i]. L'écart type inter-individuel de ce groupe est élevé également, avec des valeurs de 53 Hz et 359 Hz respectivement pour des moyennes de F1 et F2 de 338 Hz et 2780 Hz.

Contexte [g]

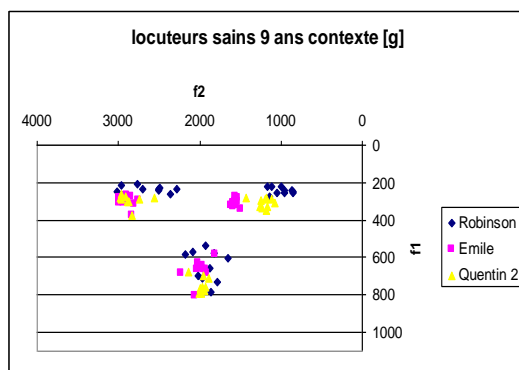


Figure 189 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [g] chez les trois locuteurs sains âgés de 9 ans.

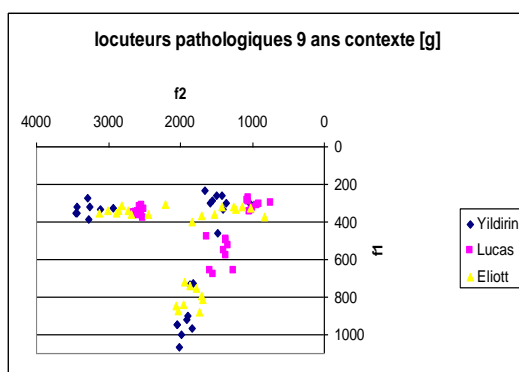


Figure 190 : Valeurs de F1 et F2 des voyelles [i] [a] et [u] en contexte [g] chez les trois locuteurs pathologiques âgés de 9 ans.

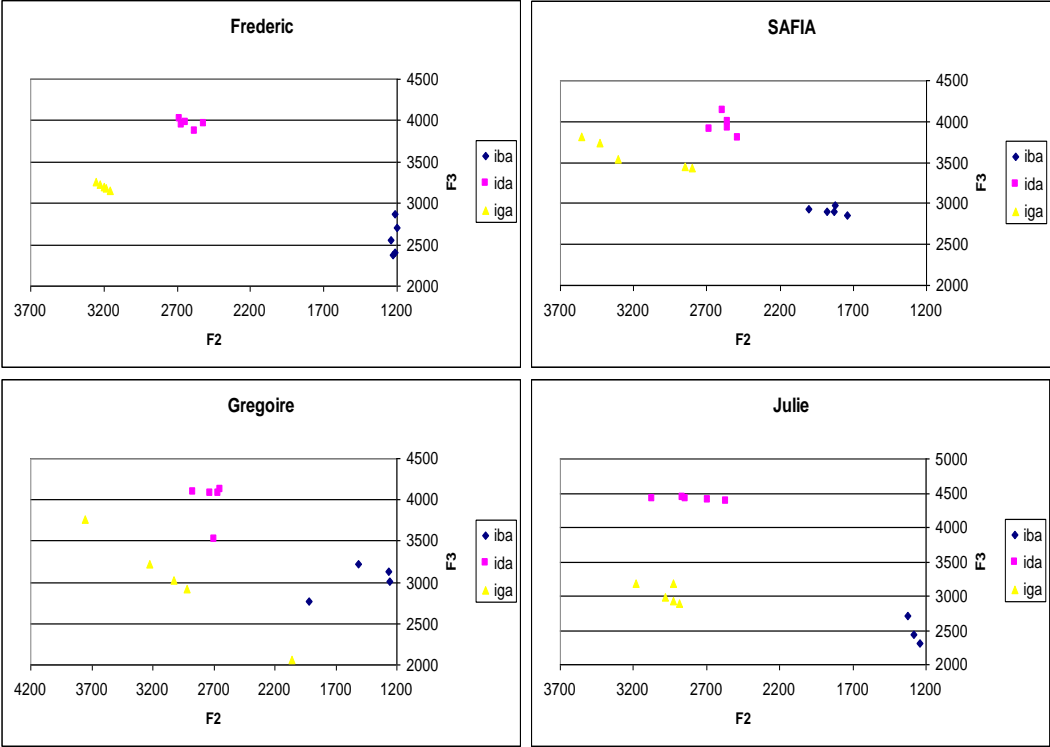
L'écart type inter-individuel chez les locuteurs de contrôle est de 4 Hz pour une moyenne de 307 Hz pour F1 et 210 Hz pour une moyenne de 1317 Hz pour F2 lors de la production du [u], tandis que les locuteurs pathologiques ont des écarts type de 24 Hz et 246 Hz pour des moyennes respectivement de F1 et F2 de 320 Hz et 1250 Hz.

Au niveau de la variabilité intra individuelle, nous donnons pour exemple les valeurs des écarts types de F1 et F2 pour le [u] chez Yildirin, locuteur pathologique, et Quentin 2, locuteur de contrôle. Ainsi, les valeurs d'écart type sont de 65 Hz et 177 Hz pour des moyennes respectives de F1 et F2 de 305 Hz et 1446 Hz et 24 Hz et 95 Hz pour des moyennes de 309 Hz et 1205 Hz chez Quentin 2.

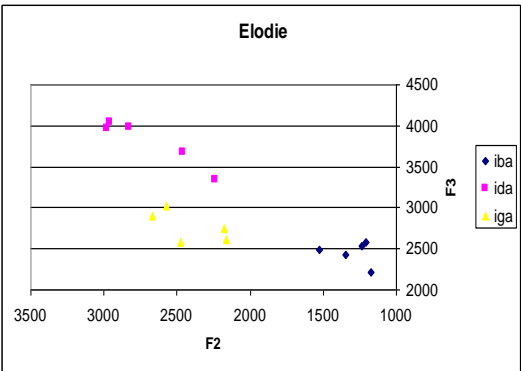
Annexe 8 : Expérience 4

- Locuteurs pathologiques de type 1

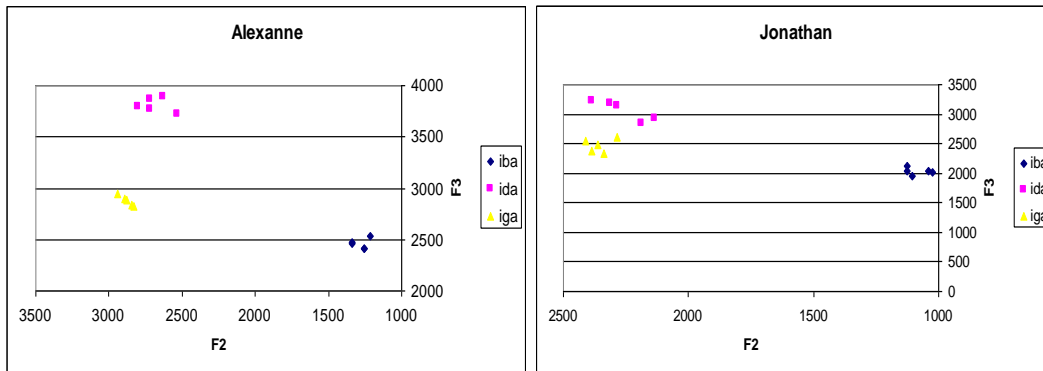
9 ans



15 ans

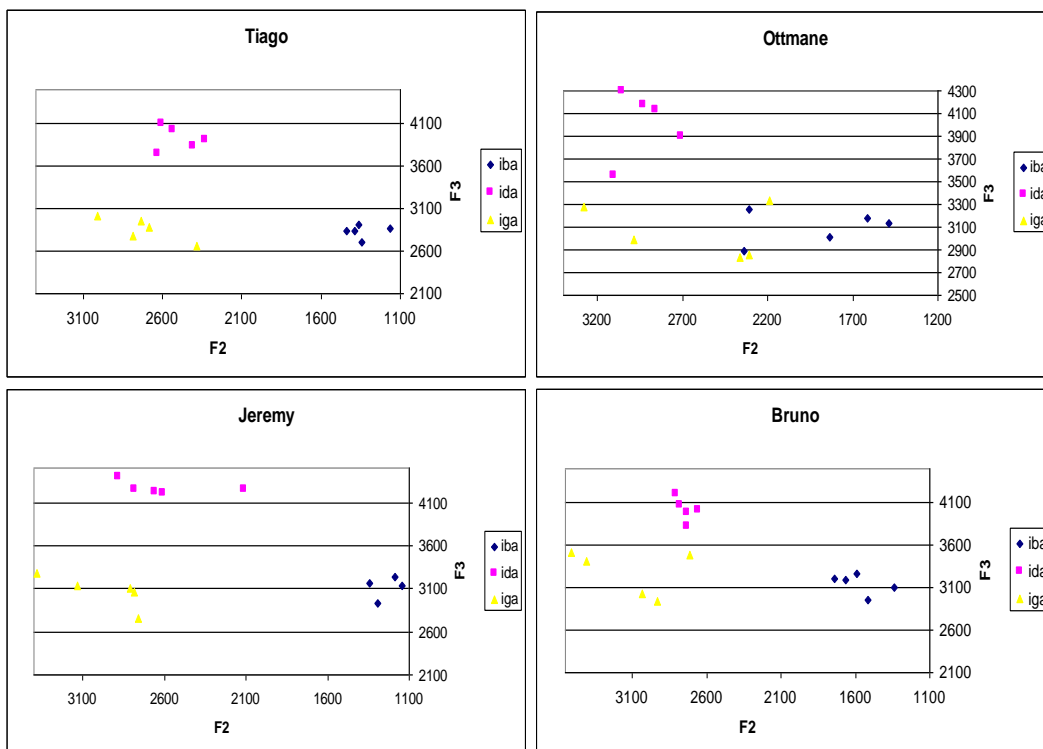


18 ans

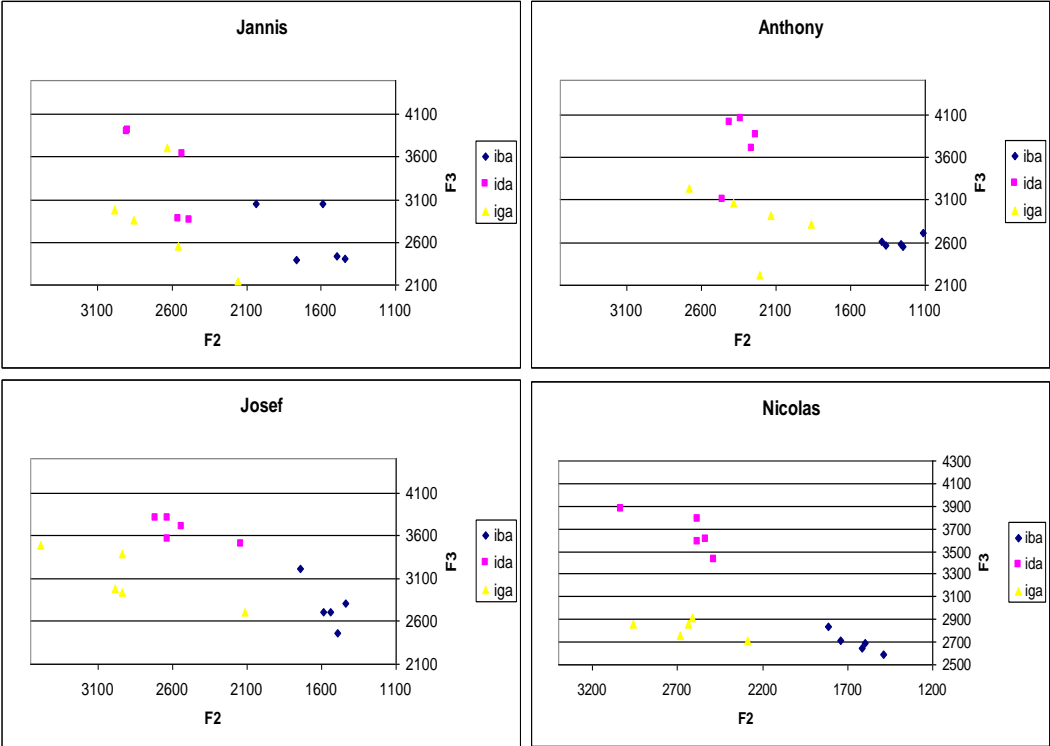


- Locuteurs Pathologiques de type 3

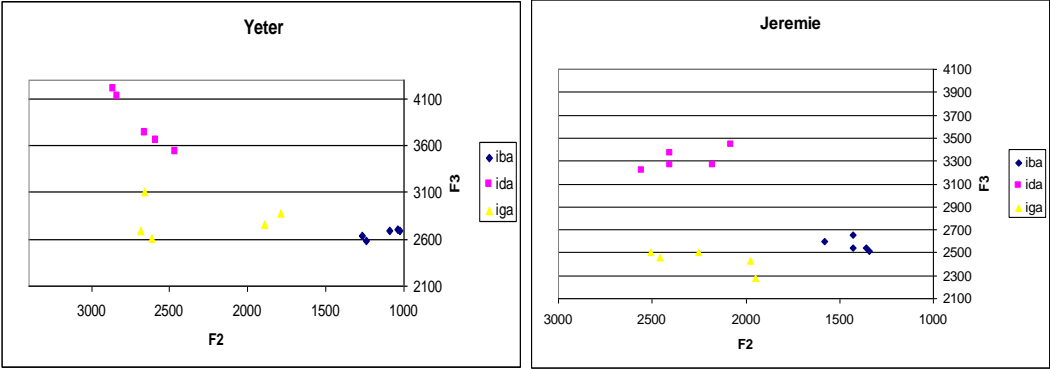
9 ans



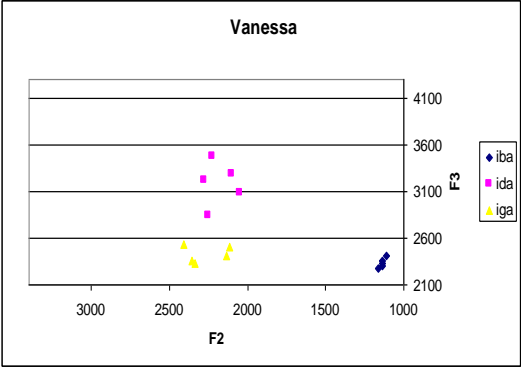
12 ans



15 ans

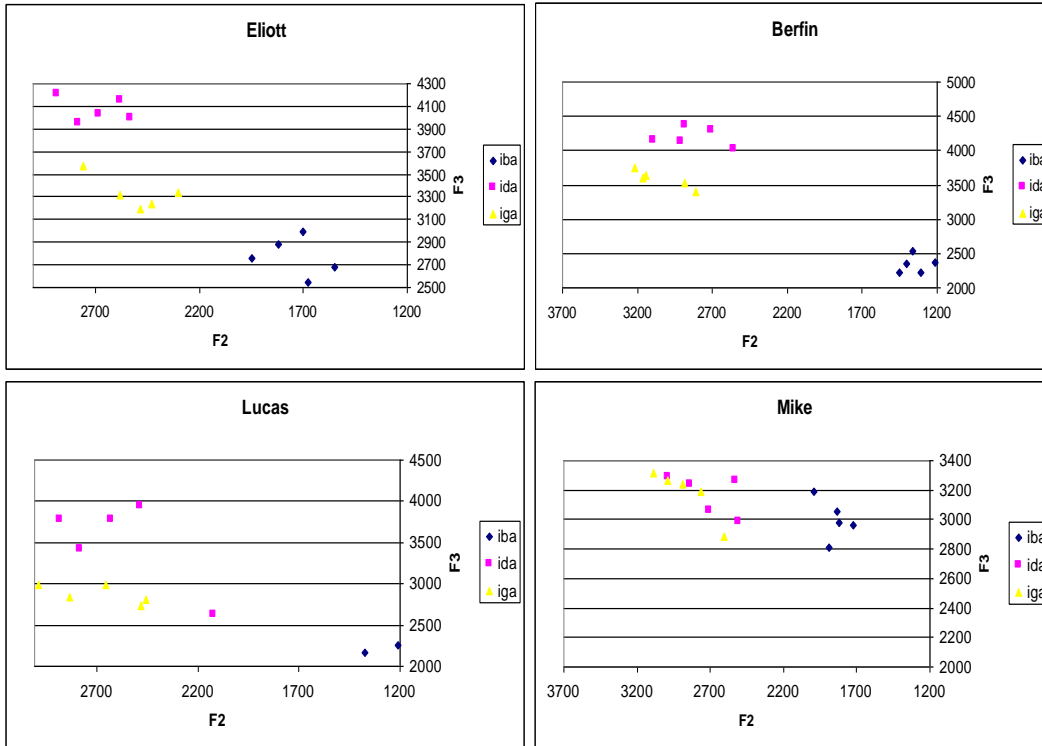


18 ans

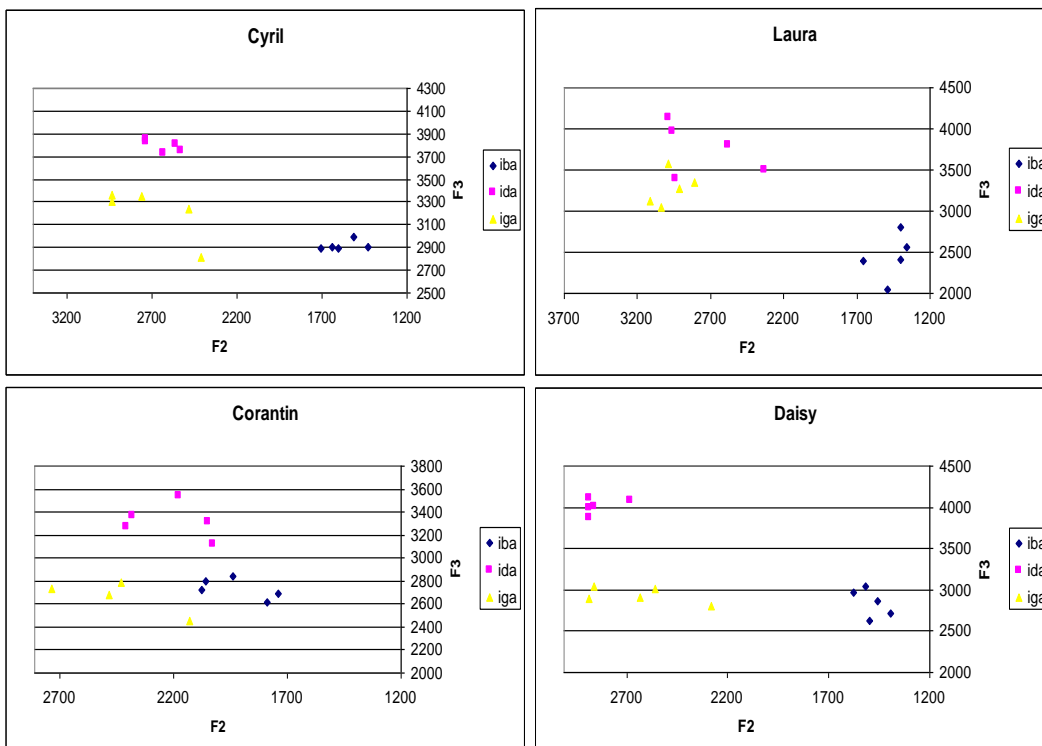


- Locuteurs Pathologiques de type 4

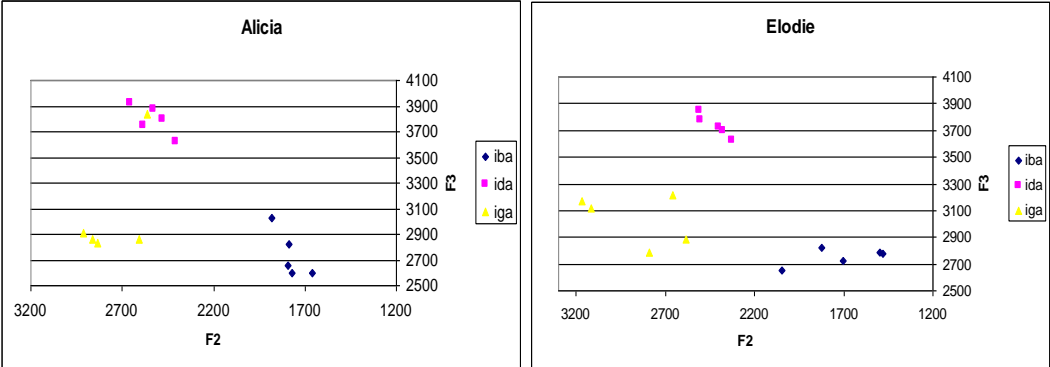
9 ans



12 ans

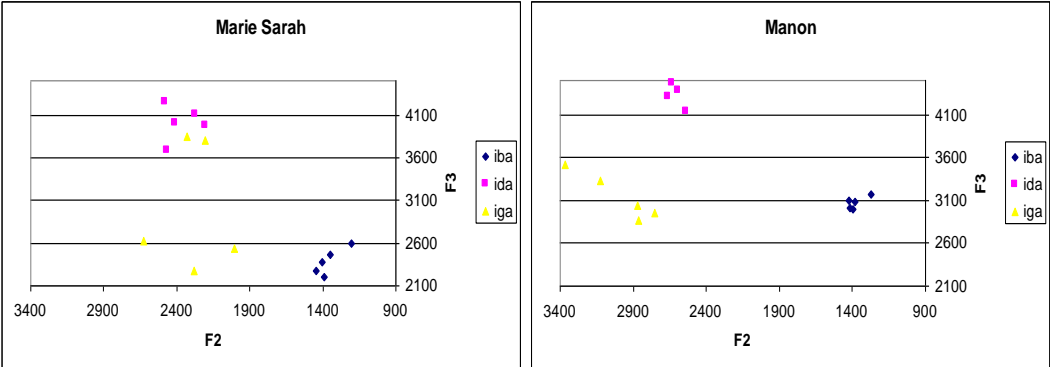


15 ans

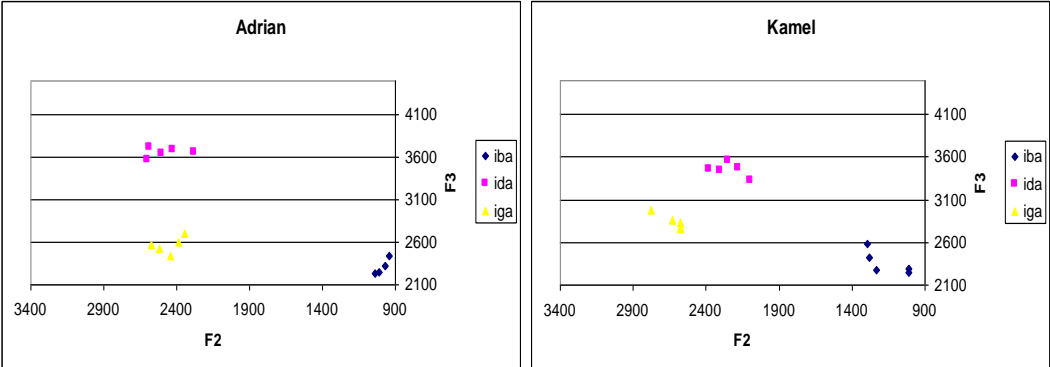


- Locuteurs Pathologiques de type 5

9ans



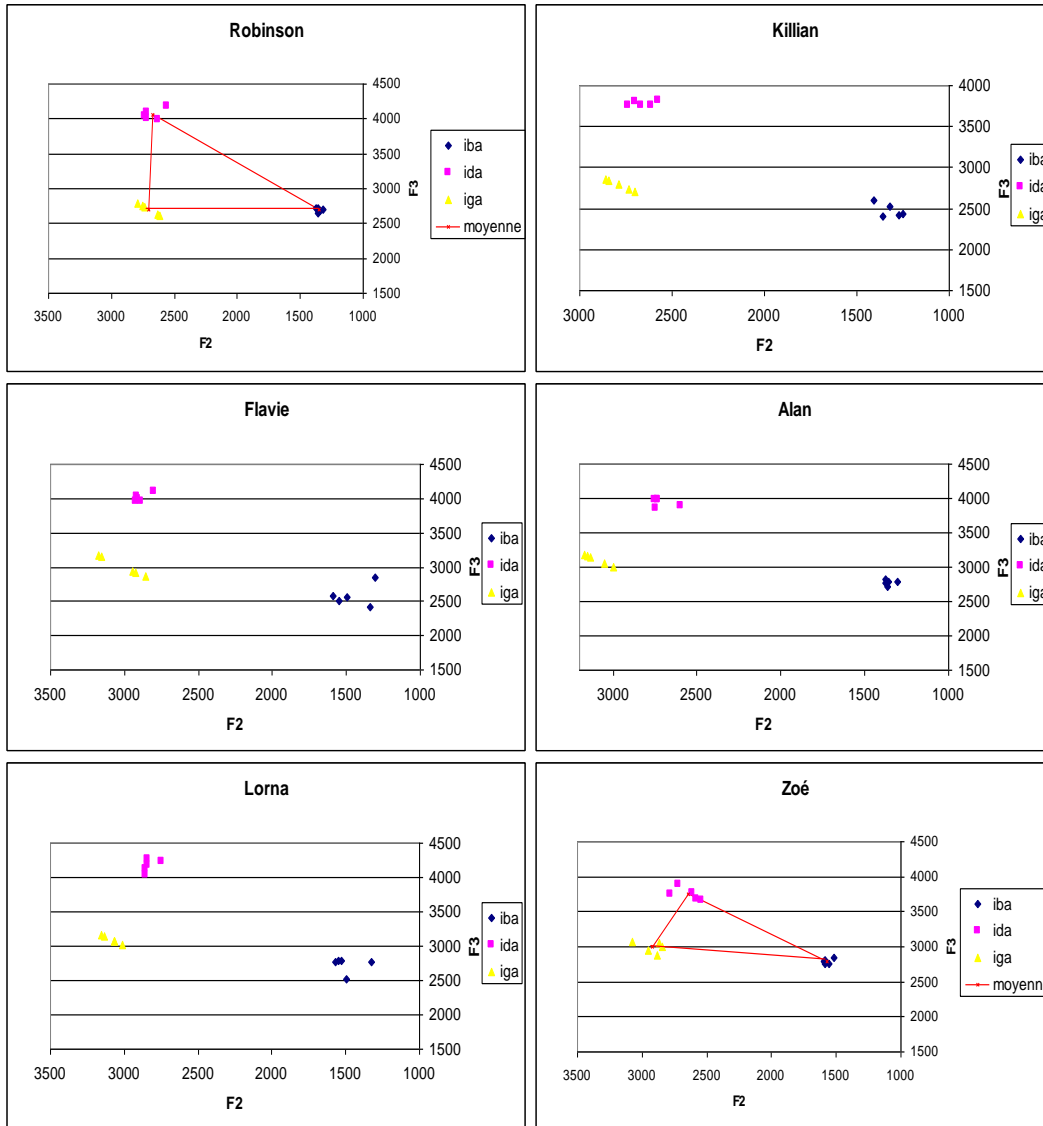
15 ans

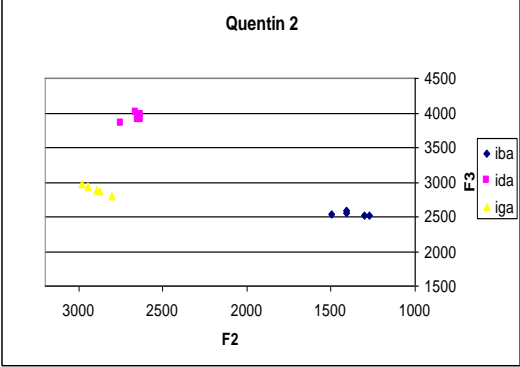
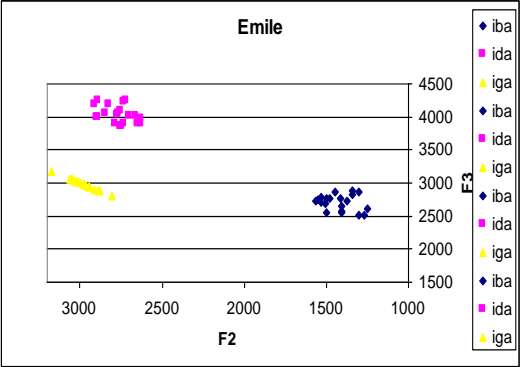
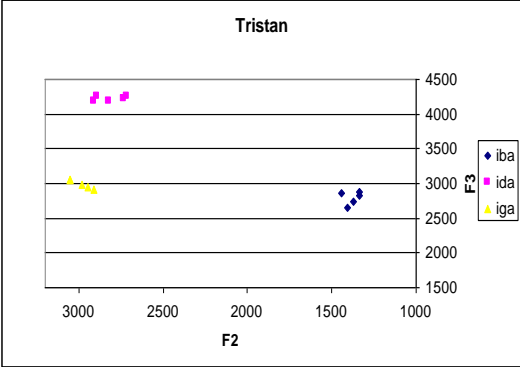
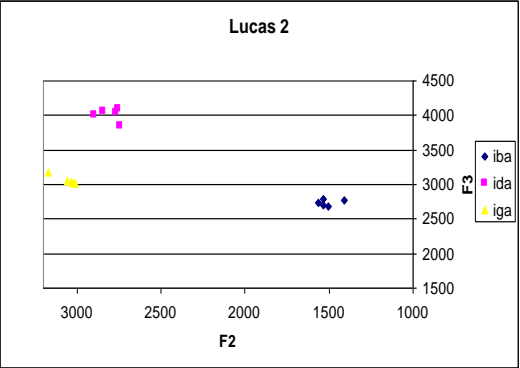
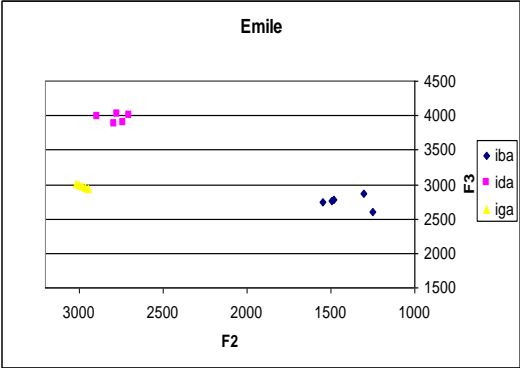


Expérience 4

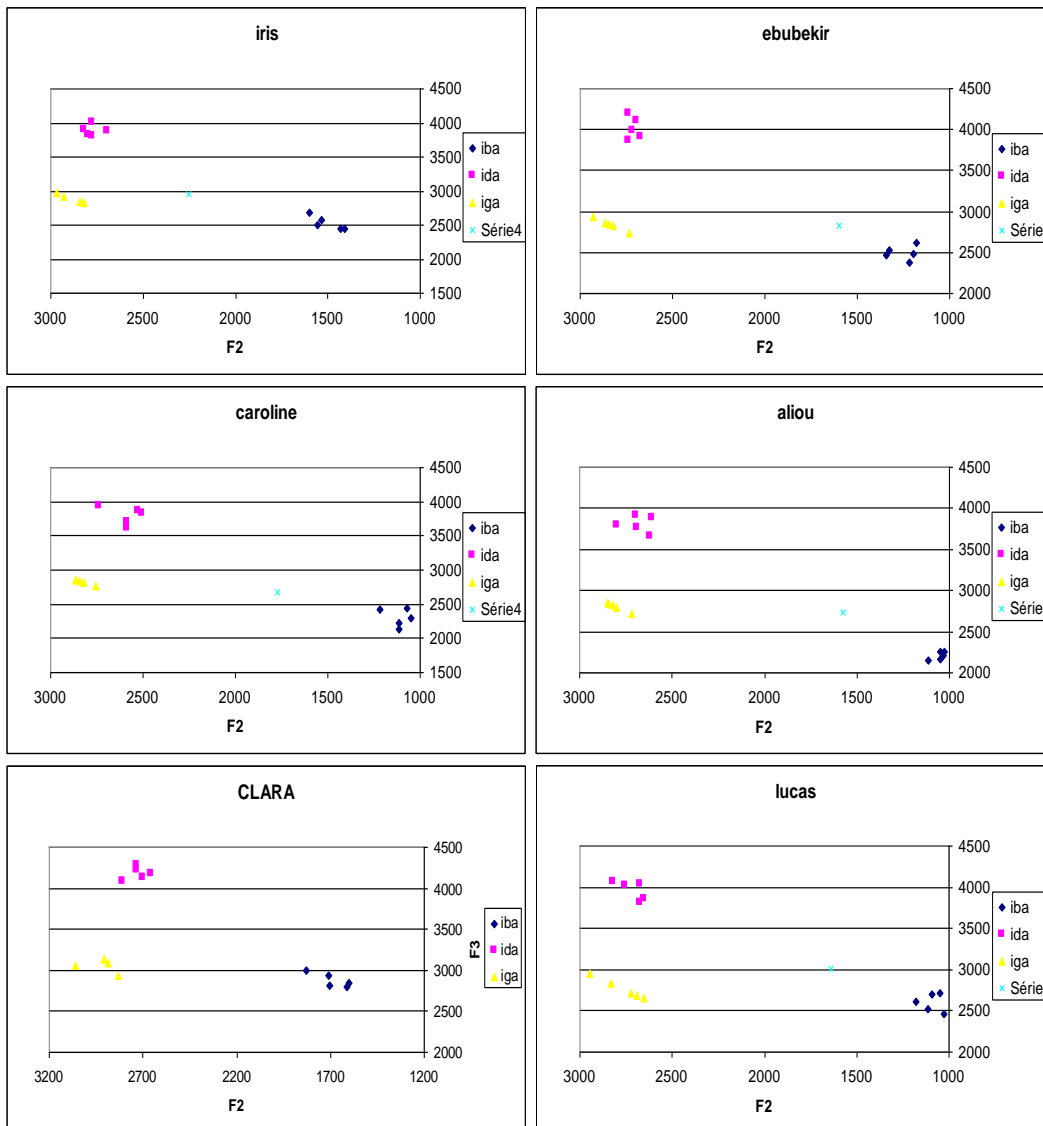
Locuteurs sains

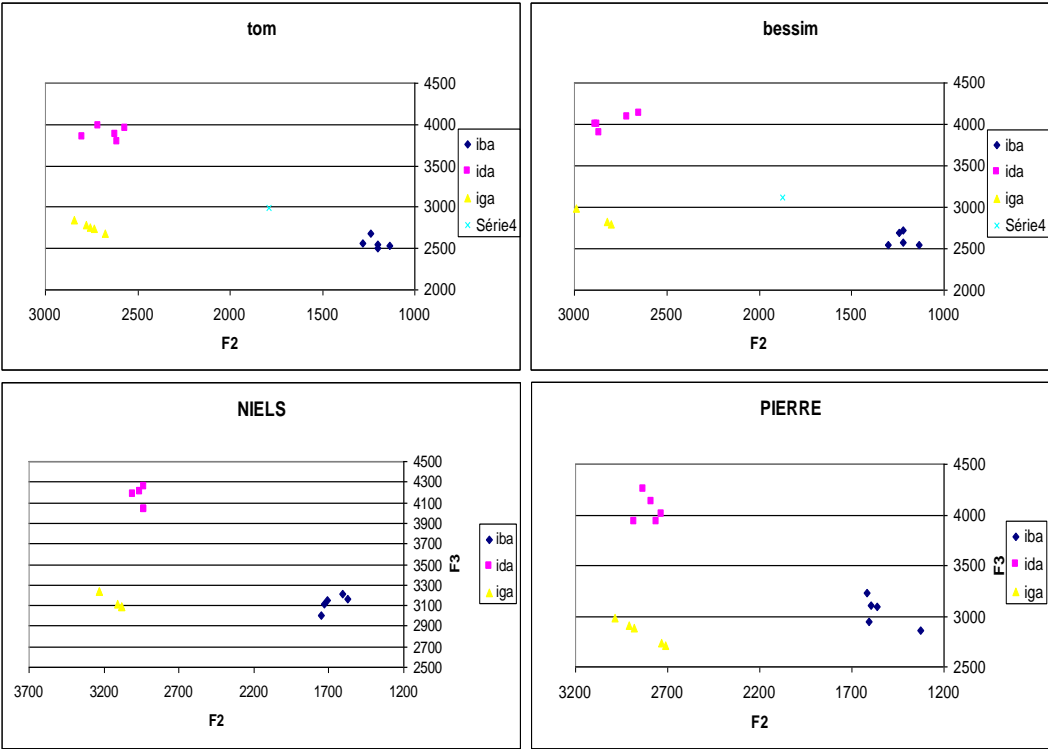
9 ans



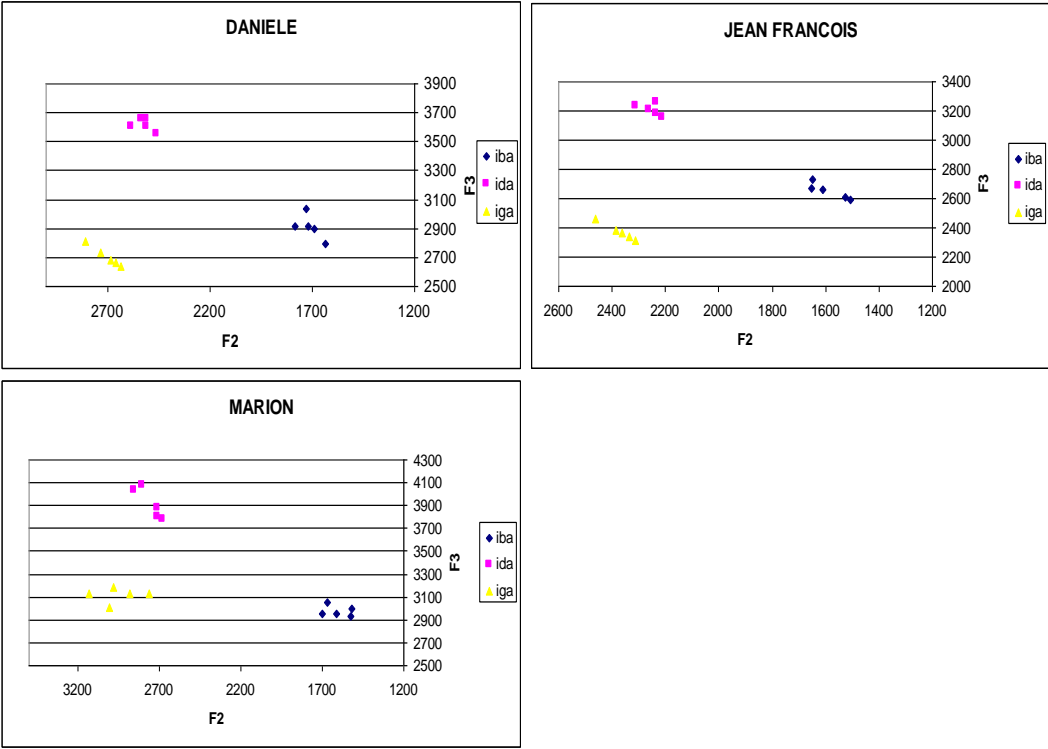


12 ans

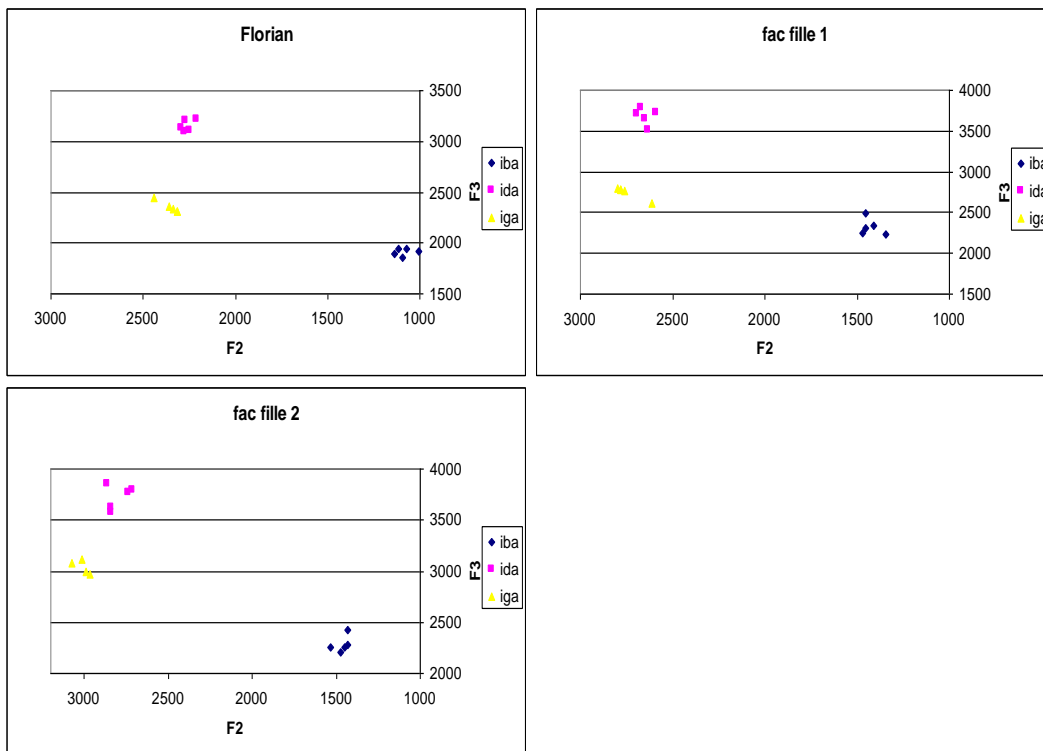




15 ans



18 ans



PERTURBATION DE LA PRODUCTION DES OCCLUSIVES CHEZ DES LOCUTEURS PRESENTANT UNE DIVISION PALATINE OU LABIO-PALATINE

RÉSUMÉ

Les fentes palatines et labio-palatines sont des malformations qui apparaissent *in utero*, vers la 6^e semaine de gestation, lors de la fusion des deux côtés du palais. Ces fentes entraînent le plus souvent, au niveau de la production de la parole, des *perturbations* qui sont plus ou moins accentuées en fonction de la sévérité de la pathologie, même si les enfants sont opérés dès leur plus jeune âge. Si l'on accepte que le geste phonétique correspond à l'unité de base de la production de la parole, on peut constater qu'il est malléable, adaptable et montre une grande plasticité, suivant le contexte de son apparition. Aussi, chaque geste est accompli dans le but d'atteindre une « cible », et cela peut se faire avec un degré de variabilité possible à différents niveaux, articulatoire et acoustique. Dès lors, il est possible de considérer le système de production-perception de la parole comme faisant émerger un ensemble de solutions linguistiquement possibles. Ainsi, c'est dans le cadre conceptuel de la *Théorie de la Viabilité*, transposée dans le domaine de la production et de la perception de la parole que s'inscrivent nos travaux de recherche. Nous avons mené quatre expériences sur le plan acoustique. La première repose sur l'analyse de durées segmentales et le timing du VOT et du VTT. La deuxième s'intéresse à la mesure de l'équation du locus, et les deux dernières sont fondées, respectivement, sur l'analyse des aires d'espaces vocaliques et consonantiques, calculées à partir de données formantiques. Ces différents paramètres acoustiques, constituant des indices précieux quant au décèlement de stratégies articulatoires déployées par les locuteurs, nous ont permis de mettre en exergue certaines caractéristiques propres à la production de la parole chez des enfants présentant des fentes palatines ou labio-palatines. Les données obtenues dans cette étude sur la production de la parole pathologique sont analysées et rationalisées dans le cadre du paradigme des *perturbations* et des *réajustements* en production de la parole.

Mots clés : production de la parole, enfants, occlusives, division palatine, division labio-palatine, perturbations, réajustements, viabilité, durées, VOT, VTT, équations du locus, aires d'espaces vocaliques et consonantiques.

PERTURBATION OF THE PRODUCTION OF PLOSIVES IN SPEAKERS WITH CLEFT PALATE OR CLEFT LIP AND PALATE

ABSTRACT

Cleft palate and cleft lip and palate are birth defects that occur *in utero*, around the sixth week of gestation, during fusion of the two sides of the palate. These clefts quite often provoke, at the speech production level, *perturbations*, which are more or less pronounced depending on the severity of the disorder, even if the children undergo surgery as from an early age. Accepting that the phonetic gesture is the basic unit of speech production, it becomes clear that it is malleable, adaptable and shows high plasticity, depending on the context in which it appears. Hence, each gesture is carried out with the aim of attaining a “target”, which could be done with a high amount of variability, occurring at different levels, articulatory or acoustic. In this perspective, the speech production-perception system may be considered as capable of triggering a set of linguistically possible solutions. Consequently, it is within the conceptual framework offered by *Viability Theory*, transposed to the domain of speech production and perception, that our research results are discussed. Four investigations have been carried out. The first one is based on analyses of segmental durations and on timing of VOT and VTT. The second one is preoccupied with locus equation measures, and the last two investigations look, respectively, at vocalic and consonantal space areas calculated from formant data. These different acoustic parameters, which constitute invaluable cues to uncover articulatory strategies deployed by speakers, have allowed highlighting certain characteristics that are specific to speech production in children with cleft palate or cleft lip and palate. The data acquired for this study on the production of disordered speech are analysed and rationalised within the *perturbations* and *readjustments* paradigm in speech production.

Keywords: speech production, children, plosives, cleft palate, cleft lip and palate, perturbations, readjustments, viability, durations, VOT, VTT, locus equations, vocalic and consonantal space areas.