

Etude acoustique de la production de la parole chez des patients glossectomisés

Hasna Zaouali

▶ **To cite this version:**

Hasna Zaouali. Etude acoustique de la production de la parole chez des patients glossectomisés. Linguistique. Université de Strasbourg, 2019. Français. NNT : 2019STRAC021 . tel-02638214

HAL Id: tel-02638214
https://theses.hal.science/tel-02638214

Submitted on 28 May 2020

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

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

École Doctorale des Humanités (EDH520)
Faculté des Lettres
UR 1339 Linguistique, Langues & Parole-LiLPa
ER Parole & Cognition-Institut de Phonétique de Strasbourg (IPS)

THÈSE

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

Hasna ZAOUALI

Soutenue le 19 septembre 2019

Spécialité : Phonétique Générale et Expérimentale

Phonétique Clinique

Étude acoustique de la production de la parole chez des patients glossectomisés

THÈSE dirigée par :

Mme le Professeur VAXELAIRE Béatrice

Institut de Phonétique de Strasbourg & UR 1339 LiLPa, ER Parole et Cognition, Université de Strasbourg

Rapporteurs :

Mme CREVIER-BUCHMAN Lise

Médecin ORL & Phoniatre Praticien Hôpital Foch de Suresnes
Chargée de Recherches, CNRS / Laboratoire de Phonétique et Phonologie UMR 7018/ Sorbonne-Nouvelle, Paris

M. le Professeur HARMEGNIES Bernard

Institut de Recherche en Sciences et Technologies du Langage (IRSTL)
Laboratoire de Phonétique, Université de Mons, Belgique

Examinateurs :

Mme MEUNIER Christine

Chargée de Recherches, CNRS / Laboratoire Parole et Langage, UMR 7309, Aix-en-Provence

M. le Professeur SOCK Rudolph

Institut de Phonétique de Strasbourg & UR 1339 LiLPa, ER Parole et Cognition, Université de Strasbourg

École Doctorale des Humanités (EDH520)
Faculté des Lettres
UR1339 Linguistique, Langues & Parole-LiLPa
ER Parole & Cognition-Institut de Phonétique de Strasbourg (IPS)

THÈSE

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

Hasna ZAOUALI

Soutenue le 19 septembre 2019

Spécialité : Phonétique Générale et Expérimentale

Phonétique Clinique

Étude acoustique de la production de la parole chez des patients glossectomisés

THÈSE dirigée par :

Mme le Professeur VAXELAIRE Béatrice

Institut de Phonétique de Strasbourg & UR 1339 LiLPa, ER Parole et Cognition, Université de Strasbourg

Rapporteurs :

Mme CREVIER-BUCHMAN Lise

Médecin ORL & Phoniatre Praticien Hôpital Foch de Suresnes
Chargée de Recherches, CNRS / Laboratoire de Phonétique et Phonologie UMR 7018/ Sorbonne-Nouvelle, Paris

M. le Professeur HARMEGNIES Bernard

Institut de Recherche en Sciences et Technologies du Langage (IRSTL)
Laboratoire de Phonétique, Université de Mons, Belgique

Examinateurs :

Mme MEUNIER Christine

Chargée de Recherches, CNRS / Laboratoire Parole et Langage, UMR 7309, Aix-en-Provence

M. le Professeur SOCK Rudolph

Institut de Phonétique de Strasbourg & UR 1339 LiLPa, ER Parole et Cognition, Université de Strasbourg

Remerciements

Mes remerciements vont tout d'abord à ma directrice de thèse, Mme le Professeur Béatrice Vaxelaire, Directrice de l'Institut de Phonétique de Strasbourg, qui m'a initiée à la phonétique en général, qui m'a à travers ses enseignements passionnée à la phonétique clinique. Je lui suis grée de la confiance qu'elle m'a accordée, de sa rigueur scientifique, de ses encouragements et surtout de m'avoir fait grandir en me rendant autonome.

Je remercie M. le Professeur Rudolph Sock pour sa bienveillance et son soutien dans les moments de joie comme dans les moments de doute. Les conseils et le savoir qu'il m'a transmis au fil de mon cursus sont d'une valeur inestimable.

Je remercie très sincèrement les membres du jury, qui ont accepté d'évaluer mon travail : Mme Lise Crevier Buchman et M. le Professeur Bernard Harmegnies, (rapporteurs), pour le temps qu'ils ont investi à la lecture et l'évaluation de ce travail de recherche.

Je remercie Mme Christine Meunier et M. le Professeur Rudolph Sock (examinateurs) d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Un grand merci aux personnels du service ORL et de Chirurgie Maxillo-Faciale du CHU de d'Hautepierre. Je remercie particulièrement le chef de pôle ORL du CHU d'Hautepierre M. le Professeur Christian Derby et son collègue M. le Professeur Philippe Schultz pour cette collaboration fructueuse ainsi que l'orthophoniste du service M. Fabrice Neveu de sa bienveillance et de m'avoir informée à chaque fois, qu'un patient était susceptible de rentrer dans le cadre de mon étude, et aussi, de m'avoir permis d'assister aux consultations de contrôle de chaque patient à toutes les phases. Au service ORL et de Chirurgie Maxillo-Faciale des l'Hôpitaux Civils de Colmar, Hôpital Louis Pasteur, je remercie Dr. Pierre Kennel de m'avoir confié ses patients. Je remercie infiniment le Dr. Issam Hammani membre invité du jury et aussi membre de mon comité de suivi de thèse pour sa disponibilité, ses encouragements ainsi que ses corrections de la partie anatomie et pathologie de mon étude. Au sein du même établissement hospitalier, je remercie également Mme Stéphanie Charneux, orthophoniste du service ORL de l'Hôpital Civil de Colmar pour son dynamisme, l'organisation des rendez-vous d'enregistrements post-opératoires, et surtout de m'avoir permis d'assister aux séances de rééducation de certains patients. Au groupe hospitalier saint Vincent (Clinique Sainte Barbe et Sainte Anne), je remercie le Dr. Guy Bronner et le Dr. Guy

Michel Yung de m'avoir accueillie pour un stage d'acquisition de données d'une durée de deux ans. Mes remerciements vont par la suite aux secrétaires, infirmières et aides-soignants pour leur accueil et leur aide dans la mise à disposition des dossiers des patients au sein des trois établissements hospitaliers. Un grand merci au membre de mon comité de suivi de thèse, Mme Claire Pillot Loiseau, Mme le Professeur Catherine Paulin et le Docteur Issam Hamani pour leurs conseils, les corrections et les suggestions prodigués lors de la rédaction de ce travail.

Je remercie infiniment les patients pour leur participation et leur investissement dans notre étude malgré leur état moral suite à la pesanteur de la chirurgie et les effets des traitements adjuvants. Sans la motivation des patients ce travail n'aurait pas pu être effectué.

Un grand merci à mes chères et chers collègues de l'Institut de Phonétique de Strasbourg : Amel, Saïd, Fayssal, Xuelu, Fadila, Soucila, Naima, Seto, Tomoki, Camille, Delphine et Ming, particulièrement pour leur soutien et pour tous les moments de convivialité partagés. Je remercie également mes collègues de « LiLPa Vosges » : Anissa, Bruno, pour leurs soutiens et leurs conseils, Rodrigo de m'avoir apporté son aide sur les traitements statistiques qui m'a été précieuse.

Je remercie particulièrement Saïd, Fayssal et Chafika pour leurs soutiens sans failles durant mes dernières années de thèse.

Mes remerciements vont également aux relectrices et relecteurs : Véronique, Sophie, Isabelle, Loubna, Laura, Sameh, Saïd et Bruno pour les corrections et le temps consacré à la lecture des chapitres.

Je remercie mon responsable M. Giuseppe Malerba, ainsi que mes collègues du *Language Learning Center* EM de Strasbourg (Business School) de m'avoir soutenue et toujours arrangée lorsqu'il fallait s'absenter pour participer à des manifestations scientifiques.

Je remercie profondément tous les membres de ma famille de m'avoir soutenue tout au long de mes études et particulièrement mes chers parents qui sont loin mais qui, malgré la distance, ont toujours été là pour moi.

Je remercie tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

Sommaire

Remerciements I

Introduction 1

Organisation de la thèse 6

Partie 1 : ÉTAT DE LA QUESTION 8

I. Les grands courants théoriques en production et perception de la parole 11

I.1. La théorie Quantique de Stevens : (1972, 1985, 1989, 1991, 2002,2005) 13

I.2. La Théorie de la Variabilité Adaptative : Lindblom (1987, 1990,1996) 17

I.3. Le modèle Directions Into Velocities of Articulators (DIVA) 22

I.4. La Théorie de la Viabilité en production-perception de la parole 24

II. Le paradigme des « *perturbations* » et des « *réajustements* » en production et en perception de la parole 33

II.1 Perturbation de la production de la parole 33

II.1.1 Perturbations de types écologiques 34

II.1.2 Perturbations non-pathologiques par ajout de dispositifs externes ou semi-invasifs 38

II.1.2 La perturbation d'ordre pathologique de la voix et de la parole 47

III. Anatomie de la langue et morphologie 54

III.1 Morphologie linguale 54

III.1.1 La partie libre : la langue mobile 54

III.1.2 La partie moins mobile : la racine de la langue 55

III.2 Structures et propriétés de la langue 55

III.2.2 La muqueuse 55

III.2.3 Le squelette ostéo-fibreux 55

III.3 Vascularisation linguale 61

III.3.1 Innervation linguale 61

III.4 Principaux rôles de la langue – Physiologie 63

III.4.1 Déglutition 63

III.4.2 Gustation 63

III.4.3 Phonation 64

III.4 Les cancers de la langue épidémiologie : pathologie, traitement, conséquences et réhabilitation 65

III.4.1 Épidémiologie 67

III.4.2 Diagnostic 68

III.4.3 Signes cliniques / Diagnostic positif 68

III.4.4 Bilan d'extension après le diagnostic positif 69

III.4.5 Panendoscopie des VADS ... 69
III.4.6 Bilan d'extension et examens complémentaires ... 70
III. 4.7 Classification TNM (*Tumor, Node, Metastasis*) internationale : ... 70
III.5. Pathologies et traitements ... 71
III.5.1 Chirurgie ... 71
III.5.2. Traitements complémentaires adjuvants ... 71
III.5.2.1 La radiothérapie ... 71
III.5.2.2 Chimiothérapie ... 72
III.5.2.3 Curiethérapie ... 72
III.5.2.4 Conséquences fonctionnelles des traitements adjuvants après cancers de la cavité buccale ... 72
III.6 Les différentes prises en charges chirurgicales ... 74
III.6.1 Glossectomie partielle ... 74
III.6.2 Hémi-glossectomie ... 75
III.6.3 Pelviglossectomie ... 76
III.6.4 Pelvi-glosso-mandibulectomie ... 77
III.6.5 Pelvi-glossectomie totale ... 78
III.7 Réhabilitation et différents types de reconstructions chirurgicales ... 78
III.7.1 Les lambeaux locaux ... 79
III.7.2 Les lambeaux pédiculés ... 80
III.7.3 Les lambeaux libres ... 80
III.8. Différentes prises en charge après un cancer de la cavité buccale ... 82
III.8.1 Prises en charge psychologique ... 82
III.8.2 Prises en charge orthophonique ... 83
III.8.3 Concept de la qualité de vie ... 84
III.8.3.1 La naissance de la notion de handicap. ... 84
III.8.3.2 Outils de mesure de la qualité vie et leurs champs d'application ... 85
III.8.3.3Qualité de vie après un cancer de l'oropharynx ... 86
III.8.3.4 Qualité de vie après glossectomie partielle ou totale ... 86
IV. État des travaux menés sur la production de parole après glossectomie partielle ou totale . 91
IV.1 Les répercussions de la tumeur sur l'articulation de la parole ... 95
IV.2 La relation entre la mobilité linguale et l'intelligibilité de la parole ... 97
IV. 3 Existe-t-il une récupération spontanée après la chirurgie partielle de langue ? ... 98
IV.4 Le site de la lésion, la taille de l'exérèse et le type de reconstruction ont-ils des impacts sur la parole ? ... 98
IV.5 Les stratégies de compensations articulatoires mises en évidence après glossectomie partielle ou totale . 101
Partie 2 ... 104
Chapitre V : Procédure expérimentale ... 104
V.1 Procédure expérimentale ... 106
V.1.1 Conditions d'enregistrement ... 106

V.1.2 Matériel et méthode ... 107
V.2 Corpus ... 107
V.2.1 Voyelles ... 108
V.2.2 Logatomes – Séquences VCV ... 108
V.2.3 Texte continu ... 109
V.2.4 Acquisition des données d'auto-évaluation du handicap de parole par le patient ... 110
V.3 Participants ... 110
V.3.1 Patients ... 111
V.3.2 Sujets sains ... 112
V.4 Enregistrements ... 114
V.4.1 Enregistrement des patients glossectomisés ... 115
V.4.2 Enregistrement des sujets sains ... 116
V.5 Mesures et analyses acoustiques ... 116
V.5.1 Voyelles tenues ... 117
V.5.1.1 Mesures formantiques - F1 et F2 ... 117
V.5.1.2 L'indice F ... 118
V.5.2 Logatomes ... 120
V.5.2.1 Paramètres ... 122
V.5.2.2 Voice Onset Time (*VOT*) ... 122
V.5.2.3 Voice Termination Time (*VTT*) ... 123
V.5.2.4 Le centre de gravité (COG) ... 124
V.6 Mesures ... 124
V.7 Analyses statistiques ... 125
PARTIE 3 ... 130
Chapitre VI : Étude acoustique de voyelles tenues produites par des patients ayant subi une glossectomie partielle ou totale ... 132
VI.0. Introduction ... 132
VI.1. Procédure expérimentale ... 132
VI.1.1. Participants ... 132
VI.1.2. Corpus ... 133
VI.1.3. Mesures ... 133
VI.1.4. Analyse des données ... 133
VI.2. Hypothèses ... 134
VI.3 Résultats ... 135
VI.3.1 Valeurs formantiques ... 135
VI.3.2 Aire des espaces vocaliques ... 143
VI.3.3 L'indice F ... 150

Chapitre VII : Étude spatio-temporelle de la parole après glossectomie partielle ou totale pour des productions de type VCV 155
VII.0. Introduction 155
VII.1. Procédure expérimentale 156
VII.1.1. Participants 156
VII.1.2 Corpus 156
VII.1.3 Mesures 157
VII.1.4 Analyse des données 159
VII.1.5 Hypothèses 159
VII.1.6 Résultats 160
VII.1.6.1 Analyse statistique 161
VII.1.6.2 Analyse par cas clinique 165
Chapitre VIII : Étude du contraste entre les fricatives [s] et [ʃ], [z] et [ʒ] dans le contexte vocalique [i-a], [a-i] 209
VIII.0. Introduction 209
VIII.1. Participants 210
VIII.1.1. Corpus 210
VIII.1.2. Mesures 211
VIII.1.3. Analyse des données 212
VIII.2. Hypothèses 213
VIII.3 Résultats 214
VIII.3.1 COG 214
VIII.3.2 Mesure consonantique MC 215
VIII.3.3 Analyse statistique de la mesure consonantique 219
Chapitre IX : Étude de l'auto-évaluation de la qualité de parole (SHI) après glossectomie partielle ou totale 224
IX.0. Introduction 224
IX .1. Procédure expérimentale 225
IX .1.1. Participants 225
IX.1.2. Outil d'auto-évaluation de la qualité de parole et du ressenti (SHI) 225
IX.1.3. Mesures 225
IX.1.4. Analyses des données 226
IX.2. Hypothèses 226
IX.3. Résultats 226
Synthèse générale et conclusions 239
Quelques limites et perspectives de la thèse 252
Pour conclure 255
Bibliographie 258
Index nominum 273

Index rerum 275
Index des figures 277
Index des tableaux 280
ANNEXES 287
ANNEXES PARTIE 1 288
ANNEXES PARTIE 2 292
ANNEXES PARTIE 3 310
RÉSUMÉ 321

Introduction

Ce travail de thèse entre dans le cadre des recherches menées en phonétique clinique. Il consiste en une étude d'indices articulatori-acoustiques de la production de la parole chez des patients en cours de traitement chirurgical et curatif d'un cancer de la cavité orale et pharyngale.

Les résections étudiées ici sont principalement des lésions linguales, parfois associées à d'autres organes avoisinants. Nous nous intéresserons à la langue comme étant l'organe central de la cavité buccale intervenant dans la mastication, la déglutition et la phonation.

Les cancers endo-buccaux sont des cancers dont le taux de mortalité est assez élevé. La réorganisation fonctionnelle et spatiale de la musculature linguale facilite les développements et l'envahissement de la tumeur. Chaque année plusieurs cas de cancers de la sphère ORL sont enregistrés dans le monde. En France, 15 270 nouveaux cas avaient été recensés en 2017, avec une survie de 5 ans maximum, répartis entre 34 % chez les hommes et 39 % chez les femmes pour le cancer de la tête et du cou, 56 % chez les hommes et 59 % chez les femmes pour les cancers du larynx (Ligier *et al.,* 2017). Le type histologique de ces cancers est dans la plupart des cas épidermoïdes. L'abus de la consommation du tabac, de l'alcool, ainsi que le virus HPV oncogène sont les principaux facteurs de risques favorisant le développement de certains cancers des Voies Aérodigestives Supérieures (VADS). De nos jours, plusieurs stratégies thérapeutiques déterminées par le stade, la taille et la localisation de la tumeur, sont proposées aux patients. La chirurgie interne ou externe est le traitement le plus fréquent pour les patients atteints de cancers des VADS. Cette chirurgie consiste en une résection complète avec marge de sécurité ; elle est très souvent associée à un curage ganglionnaire. Dans certains cas, une reconstruction par lambeau ou prothèse demeure nécessaire afin de compenser la perte de substance. À ce stade, le geste chirurgical est pour la plupart des cas associé à un traitement adjuvant par radiothérapie, et plus ou moins par chimiothérapie. Il est important de décrire et de donner les appellations de chaque opération, en précisant ce en quoi elle consiste. En effet, l'ablation d'une partie ou de la totalité de la langue consiste en une glossectomie partielle ou totale respectivement. La résection peut concerner une partie de la langue et du plancher

buccal (pelviglossectomie) et / ou d'une partie de la mâchoire (pelvi-glosso-mandibulectomie). Ces interventions représentent pratiquement les différentes exérèses des patients sujets de notre étude (*cf.* Annexe Partie 1). Le processus de reconstruction dépend de la taille de résection. Il existe plusieurs types de reconstruction par lambeau libre qui consistent en un prélèvement tissulaire de la cuisse (par ex : lambeau antérolatéral) ou du bras, ou un lambeau local (par ex : lambeau du peaucier) sur les parties avoisinantes de la zone d'intervention. Les tumeurs orales et leur traitement peuvent affecter profondément la production de la parole, le goût, la mastication, la sensation lors de la déglutition, cela pouvant impacter aussi l'image de soi et la qualité de vie (Crevier-Buchman, 2007 ; Savariaux *et al.,* 2001). En dehors du but évident de guérir le patient, ces facteurs doivent être considérés dans la planification du traitement. Le processus de récupération dépend à proprement dit de l'étendue de la lésion, de l'âge des patients et de l'impact de la chirurgie sur les muscles de la cavité orale (Acher *et al.*, 2014 ; Buchaillard *et al.*, 2007 ; Bressmann *et al*., 2004). Les patients doivent être capables d'adapter leur parole par un réajustement spatio-temporel des gestes des articulateurs au sein de leur « nouvelle » cavité orale.

Selon le type d'intervention, les articulateurs de la cavité buccale peuvent voir leur mobilité se réduire. Cela va dépendre fortement de l'emplacement et de la taille de la tumeur (Acher *et al.,* 2014 ; Korpijaakko-Huukha *et al.,* 1998 ; Diz Dios *et al.,* 1994). Des difficultés et des complications post-opératoires, ainsi que les conséquences des traitements adjuvants peuvent aussi affecter la mobilité des articulateurs (Shin *et al.,* 2012). La résection partielle ou subtotale de la langue provoque des altérations au niveau de la production des segments vocaliques et consonantiques. Il existe peu d'études acoustiques sur la production de la parole chez des patients francophones glossectomisés. En effet, selon les travaux de Savariaux *et al.*, 2008 et d'Acher, 2009, les caractéristiques acoustiques des occlusives du français [t, d, k, g] peuvent se retrouver altérées après une glossectomie. Les études menées par Imai & Michi, (1992) sur une population japonaise ont relevé des altérations au niveau des fricatives [s] et [ʃ]. Ces altérations de la production de la parole ont des conséquences directes sur *la qualité de vie* du patient et son implication dans la société.

L'objectif de ce travail, réalisé en collaboration avec trois services d'Oto-Rhino-Laryngologie et de chirurgie maxillo-faciale de différents établissements hospitaliers, est

d'évaluer les conséquences d'une chirurgie sur la parole des patients. Cette évaluation va nous permettre de déceler les différentes perturbations qu'entraînent cette opération chirurgicale et de mettre au jour les possibles stratégies de compensation ou de réajustements que le patient pourrait mettre en œuvre, seul ou à l'aide d'une rééducation orthophonique. Il s'agira pour nous de pouvoir apprécier le degré de flexibilité du système de production de la parole après une exérèse carcinologique, plus ou moins importante de la langue. De ce fait, une approche longitudinale s'avère donc nécessaire. Il est ainsi question de mieux comprendre, à partir d'un trouble issu d'une pathologie d'origine organique, le fonctionnement général du système de production et de perception de la parole, et d'en d'étudier la flexibilité. Les stratégies de compensation sont généralement individuelles ; elles sont, soit conservatrices, ce qui consiste en un maintien, tout relatif, des configurations du tractus vocal par des synergies modifiées des différents articulateurs, ou bien innovatrices entrainant l'émergence d'une nouvelle forme du tractus vocal, due à la reconstruction (Vaxelaire, 2007 ; Zaouali *et al.*, 2018b). Il est essentiel de délimiter les bornes de déviations physiques articulatori-acoustiques imposées par les contraintes linguistiques d'intelligibilité et / ou de compréhensibilité du système de perception de la parole (Sock *et al.*, 2001). Aussi, les productions pathologiques peuvent offrir des renseignements sur les étendues possibles de ces déviations. Il est aussi nécessaire de relever, à travers notre investigation, les *patterns* spatio-temporels les plus robustes et d'analyser les diverses manœuvres ou compensations (Vaxelaire, 2007 ; Zaouali et al. 2018a, 2018b) auxquelles auront recours les patients afin de préserver la discrimination entre les catégories phonologiques et répondre, par-là, aux exigences de la communication dans des conditions de production souvent problématiques ; c'est en effet souvent le cas des interactions verbales impliquant des productions pathologiques. Il est donc important d'étudier les dysfonctionnements que pourrait entraîner une ablation linguale sur la production de la parole et la communication, afin de permettre une meilleure prise en charge des patients concernés.

À partir des investigations acoustiques que nous allons conduire, nous tenterons de mettre en relation les modifications des caractéristiques physiques du conduit vocal avec les données acoustiques de la parole après glossectomie. Plus précisément, il s'agira d'analyser les caractéristiques acoustiques suivantes : les données fréquentielles pour des voyelles tenues et de certaines consonnes, le timing des articulateurs à partir de l'étude de l'organisation

temporelle du signal acoustique et l'évolution du ressenti du handicap grâce à un questionnaire d'évaluation de la qualité de la parole (SHI), chez des patients souffrant d'un carcinome épidermoïde au niveau de la langue. En dépit d'une variabilité omniprésente dans les substrats physiques, anatomophysiologiques, articulatoires et acoustiques des données pathologiques, on tâchera de rendre compte de l'éventuelle *viabilité* (Aubin, 1991) du système de production et de perception de la parole, en termes d'unités phonétiques et phonologiques acceptables puisque dotées d'indices acoustiques stables.

Nos investigations seront précédées d'une présentation du cadre théorique et d'une description anatomo-pathologique, suivies d'une revue de la littérature sur différents travaux antérieurs relatifs à la production de la parole après glossectomie. Nous présenterons aussi quelques courants théoriques dans lesquels notre travail pourrait se situer, et principalement des théories en production de la parole.

Nous formulerons quelques *hypothèses* sur le plan acoustique, plus précisément dans les dimensions temporelles et fréquentielles relevées sur les signaux acoustiques. De manière générale, nous pensons que l'analyse des différents indices articulatori-acoustiques devrait nous permettre de caractériser la parole après glossectomie. Nous espérons relever des modifications plus ou moins remarquables des paramètres que nous avons retenus, après les exérèses subies par nos patients. Ainsi, on devrait constater des perturbations spectrales au niveau des structures formantiques des voyelles, au niveau du centre de gravité et également au niveau des mesures inter- et intra-segmentales.

L'*originalité* de notre travail sur parole après exérèse carcinologique localisée dans le système de production de la parole réside dans : 1) l'approche articulatori-acoustique adoptée ; 2) l'étude du timing, notamment intrasegmental, du signal de parole ; 3) l'étude de l'indice de dispersion (Harmegnies & Huet, 2000) de l'organisation du système vocalique (Φ), comme moyen de quantifier le réaménagement des espaces vocaliques en fonction des traitements, de la réhabilitation et du temps ; 4) le fait que nous tâchons de rationaliser nos données dans le cadre du paradigme de la perturbation et des réajustements, ainsi que dans celui de la viabilité en production et en perception de la parole (Sock & Vaxelaire , 2004 ; Vaxelaire, 2007).

Le caractère longitudinal de notre étude constitue sa *force* (suivi de six mois par patient). De plus, la glossectomie reste une pathologie peu investiguée, dans le domaine de la production de

la parole, chez des patients francophones. Aussi, les études en phonétique clinique restent une véritable richesse, et compte tenu du manque général de données de patients souffrant d'un cancer endo-buccal, notre travail, nous l'espérons, constituera une contribution utile aux travaux menés en linguistique et en phonétique cliniques.

Organisation de la thèse

Notre étude est composée de trois parties majeures:

La première partie est subdivisée en quatre chapitres. Elle s'ouvre par une présentation de l'état de la question. Il s'agit d'abord de d'exposer certains courants théoriques en production-perception de la parole (Chapitre I).

Nous abordons ensuite le paradigme de « *perturbations* » et les différents « *réajustements* » qui peuvent survenir suite à une réorganisation du système de production de la parole (Chapitre II). Il est également question des différentes pathologies organiques qui peuvent affecter la voix et la parole, dont la glossectomie.

Le Chapitre III est dédié à l'anatomie linguale et les diverses pathologies de la cavité buccale, les traitements et les différentes prises en charges chirurgicales, psychologiques, orthophoniques et leurs répercussions sur la qualité de vie du patient.

Dans le Chapitre IV, nous présentons les divers travaux qui ont été réalisés sur la production de la parole après glossectomie.

La deuxième partie décrit la méthodologie adoptée dans le cadre de notre analyse de données pathologiques : conditions d'enregistrement, corpus établi et participants retenus, et ce en précisant les mesures prises en compte et analysées (Chapitre V).

La troisième partie contient quatre chapitres qui présentent les résultats de nos expérimentations. Seront tout d'abord exposées les caractéristiques fréquentielles des productions vocaliques de patients ayant subi une exérèse carcinologique au niveau de la langue (Chapitre VI). Nous examinons ensuite les caractéristiques spatio-temporelles de la parole des patients glossectomisés (Chapitre VII). L'analyse portera par ailleurs sur les caractéristiques spectrales et le contraste entre les fricatives produites par ces mêmes patients dans le (Chapitre VIII). Enfin, le dernier chapitre est, quant à lui, consacré à l'étude de l'auto-évaluation de la qualité de parole (SHI) après glossectomie partielle ou totale (Chapitre IX).

Compte tenu de la nature des données recueillies pour notre thèse (données pathologiques) et de la diversité des résections linguales, des prises en charges thérapeutiques de notre cohorte, nous menerons en plus d'une étude quantitative, une étude de cas dans le souci de fournir au lecteur toutes les informations possibles sur lesquelles nous nous sommes basée afin de tâcher de correctement traiter et analyser nos données. Tout au long du manuscrit, nous exposons des des résumés et bilans partiels au début et à la fin de chaque chapitre respectivement, cela pour faciliter la lecture de ce travail de recherche.

Partie 1 : ÉTAT DE LA QUESTION

Chapitre I : Les grands courants théoriques en production et en perception de la parole.

Chapitre II : Le paradigme de la « *Perturbation et des réajustements* » en production et en perception de la parole.

Chapitre III : Anatomie et pathologie de la langue, les traitements, les différentes prises en charges ayant des répercussions sur la qualité de vie du patient.

Chapitre IV : Revue analytique de la littérature des divers travaux portés sur les conséquences de la glossectomie sur la parole des patients.

Résumé chapitre I

Dans ce chapitre, nous exposons quelques théories en production et en perception de la parole. À partir de ces courants théoriques, il sera question d'analyser l'importance des notions de geste articulatoire, de cible, de contrainte et de variabilité, ainsi que les portées des déviations articulatoires en contexte de parole pathologique.

Nous proposons dans ce cadre de discuter certaines théories en production et en perception de la parole suivant les grandes lignes de la présentation proposée *in* Sock (1998). Ces théories pourraient nous être utiles dans l'analyse et la compréhension de nos données pathologiques sur la production de la parole après glossectomie. Nous pourrions ainsi rationaliser certains de nos résultats et cela dans le cadre du paradigme des perturbations et des réajustements en parole. Parmi ces théories, nous évoquerons la Théorie Quantique de Stevens ; les postulats 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 équipe de recherche.

I. Les grands courants théoriques en production et perception de la parole

De façon générale, la production de la parole se traduit par l'esquisse d'une intention de communication. Des représentations phonologiques et phonétiques étant supposées être stockées au niveau du cerveau, ce dernier requerrait la présence de cibles articulatoires, acoustiques et perceptives dans les structures corticales. L'activation motrice issue du système nerveux central activerait par la suite le geste des articulateurs. Afin de produire les sons désirés, les articulateurs, ou les effecteurs finaux, exécuteraient différents mouvements suivant les cibles à atteindre pour la réalisation d'un son spécifique. Néanmoins, les avancées de la recherche en neurophysiologie ont démontré que le processus de production de la parole n'est pas aussi linéaire et aussi simple qu'on l'entendait. Pour en prendre conscience il faut se pencher sur le rôle que peuvent jouer les retours sensoriels pour en déduire que l'information peut aussi provenir des structures périphériques vers le système nerveux central.

Nous analyserons *infra* les éléments liés aux structures périphériques du système de production de la parole en essayant de démontrer le rôle prédominant qu'elles peuvent jouer en production-perception de la parole. Mais également observer l'importance pour la compréhension du fonctionnement du système de production et de perception de la parole normal, à partir de gestes articulatoires et leurs conséquences acoustiques déviants, provoqués par une perturbation d'ordre pathologique.

Programmation et réalisation – Variations et contraintes

Dans chaque échange communicationnel, le locuteur est dans un processus d'ajustement constant des éléments caractéristiques de la production de la parole en fonction de son auditoire et de ses capacités individuelles (Lindblom, 1966). Certains travaux supposent que la planification du processus de la production de la parole indique directement des séquences de segments à réaliser, incluant notamment des informations temporelles (*timing*). Dans cette perspective, les processus articulatoires, les mouvements articulatoires seraient transformés par les cibles discrètes planifiées en amont. Ces dernières seraient déterminées en termes de paramètres acoustiques et de mouvements des articulateurs. En fonction des différents contextes de production de la parole, les variations acoustiques se verraient contraintes par les

mouvements articulatoires selon des seuils perceptifs recevables. Nous pensons, toutefois, que la vérification de ces hypothèses reste délicate puisque la planification de ces cibles au niveau central demeurerait une tâche complexe à réaliser sans que nous ne connaissions pour autant les mécanismes précis à déployer pour la réalisation des tâches phonétiques et phonologiques.

L'analyse des données articulatoires et acoustiques de la production de la parole nous conduit à déduire que la parole serait gérée par un système complexe qui repose sur de nombreuses contraintes. Ces contraintes provoqueraient des variations articulatoires qui seraient d'ordre phonologiques-linguistiques et anatomo-physiologiques. Ces contraintes inciteraient le système de production à adopter et à élaborer diverses manœuvres rendant le message linguistique viable. L'agencement des sons sur le plan temporel engendrerait un autre type de contrainte : la contrainte co-articulatoire. Dans cette optique, les sons ne seront pas produits de façon discrète mais seront conditionnés par le contexte phonétique avoisinant résultant ainsi à des chevauchements de gestes articulatoires.

Conditionné par les différentes contraintes lors de la réalisation des entités phonétiques, le système de production adopterait différentes stratégies, ce qui entrainerait encore de la variabilité. L'atteinte de la cible dépend fortement des contraintes articulatoires et acoustiques. Etant donné la présence persistante de variabilités dans les données analysées en parole, la cible n'est jamais atteinte de façon idéale, surtout lorsque les contraintes sont lourdes et proviennent de perturbations externes ou internes au système, tel que ce qui est observé dans le cas d'une pathologie organique touchant au système de la production de la parole. Dans de tels contextes, et afin de percevoir correctement un message linguistique, une réorganisation des gestes articulatoires tend à compenser, d'une manière ou d'une autre, les perturbations afin d'atteindre la cible acoustique à défaut d'un ratage de la cible articulatoire. Il est important de souligner que le locuteur, en situation de pathologie ou non, ne cesse de s'adapter *online* aux conditions de production de la parole car ses productions sont conditionnées par plusieurs facteurs. Plusieurs études sur la perturbation de la parole, en phonétique expérimentale et clinique ont démontré que le locuteur s'adapte à des conditions perturbatrices, et même dans le cas d'une parole pathologique, la notion de l'existence d'une invariance phonétique, acoustique ou articulatoire, devient difficilement crédible. En effet, divers courants théoriques évoquent la

question de la tension entre variabilité et invariance en production de la parole. Généralement, les conclusions reposent le plus souvent sur les capacités d'adaptation et de réajustement que possède chaque locuteur face aux diverses perturbations, et notamment chez des locuteurs ayant subi une glossectomie. Nous y reviendrons.

Partant des travaux de Sock (1998), par exemple, nous présentons, dans ce qui suit, quelques théories qui tentent de caractériser la production de la parole en retenant divers cadres conceptuels et approches méthodologiques. Ces courants théoriques ont été retenus parce qu'ils pourraient nous aider à rationaliser certains de nos résultats. Schématiquement, nous pouvons classer ces théories en production de la parole sous deux catégories principales : en premier lieu, celle qui conçoit la nature primordiale d'une cible acoustique, et dans ce cas le message linguistique dépendrait de l'atteinte de cette cible acoustique ; et en second lieu, celle qui suppose plutôt la prédominance d'une cible articulatoire, et de sorte que le message linguistique serait déterminé par la mise en place de l'articulation appropriée.

Nous choisirons, en fonction de nos données, une approche qui intègre les deux espaces de contrôle, à savoir l'espace articulatoire et l'espace acoustique, dans une approche articulatori-acoustique, sans pour autant prôner l'existence de cibles au sens stricte du terme.

En effet, les gestes des articulateurs ont une marge de manœuvre pour effectuer les sons de la parole mais ont aussi des propriétés spatiotemporelles (*timing* gestuel et configurations du conduit vocal) à atteindre. Il s'agirait là de préserver, *in fine*, la distinctivité phonologique. Dans la section qui suit, nous allons présenter des théories, dont certaines montrent la nature flexible de la parole pour un résultat perceptif qui devrait être stable.

I.1. La théorie Quantique de Stevens : (1972, 1985, 1989, 1991, 2002,2005)

La théorie quantique, comme son nom l'indique, utilise les principes quantiques, dynamiques et distributionnels pour définir les cibles comme étant des régions de contrôle situées notamment dans l'espace acoustique (Stevens, 1985). On part du postulat que, quels que soient les locuteurs et les contextes phonétiques, les propriétés acoustiques qui ont un rôle perceptif devraient rester alors invariantes.

Le lexique serait structuré par une organisation hiérarchique des traits phonologiques et il existerait une représentation directe de ces indices sous forme de *caractéristiques acoustiques invariantes* du signal de la parole, selon Stevens (1985 ; 1991). Selon ce dernier, le locuteur serait dans l'obligation d'apprendre les divers modèles de coordination des articulateurs, afin de remplir les exigences acoustiques-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 : 86).

Contrairement à la théorie motrice de Liberman *et al.* (1967) et Liberman & Mattingly (1985), pour Stevens (1991) l'espace de contrôle serait ainsi acoustique, puisque le locuteur coordonnerait ses mouvements au mieux pour doter le signal acoustique d'indices spectraux et temporels invariants, directement liés au code phonologique.

Dans cette optique, Blumstein (1986) prône l'idée qu'il y aurait une invariance acoustique dans le signal de la parole qui correspondrait aux caractéristiques phonétiques typiques d'une langue. L'hypothèse se fonde sur le principe que le signal de la parole serait hautement structuré et que dans ce cas il contiendrait des invariances acoustiques. Ces modèles correspondent aux dimensions phonétiques de la langue qui sont liées, en particulier, à des segments linguistiques et à des traits phonétiques. Ces modèles demeureraient invariants quels que soient les locuteurs, le contexte phonétique et la langue.

« 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 : 178).

Lindblom et Engstrand (1989) remarquaient que contrairement à la théorie relativement axiomatique de Jackobson *et al.* (1961), la théorie quantique serait une théorie des traits

distinctifs qui tente, à partir de l'observation des phénomènes articulatoires et des résultats acoustiques correspondants, de rationaliser l'origine des traits.

Cela révèle que le lien établi entre la théorie de l'invariance acoustique et la théorie quantique n'est pas formellement déterminé chez Stevens (1989). Blumstein (1989) fait par ailleurs la remarque que dans la théorie quantique, les propriétés stables ne seraient pas inhérentes aux paramètres acoustiques ; seule la *stabilité* de l'acoustique *par rapport à* l'articulatoire peut être déduite. Elle conçoit que la théorie de l'invariance acoustique exige l'émergence d'un nombre défini de propriétés acoustiques invariantes à partir d'un nombre éventuellement infini de configurations articulatoires. C'est dans cette perspective que la notion d'invariance acoustique dans le signal de la parole pourrait être démontrée dans le cadre de la Théorie Quantique (Quantal Theory) introduite par Stevens en (1972 et 1989). Le principe de base de cette théorie consiste en la non linéarité de la transition de l'articulatoire vers l'acoustique qui serait responsable de l'existence de zones au niveau de l'espace articulatoire dans lesquelles le résultat acoustique est stable (Zone I et III, Figure 1), et d'autres zones où la présence d'une petite variation dans l'articulatoire provoque une variation brusque au niveau des paramètres acoustiques (Zone II Figure 1). Lorsqu'un paramètre articulatoire varie d'une façon linéaire, il est probable que les effets de la variation acoustique soient non constants. Cela sous-entend que, dans certaines zones articulatoires, des mouvements sans conséquences acoustiques (stabilité) pourraient être observables.

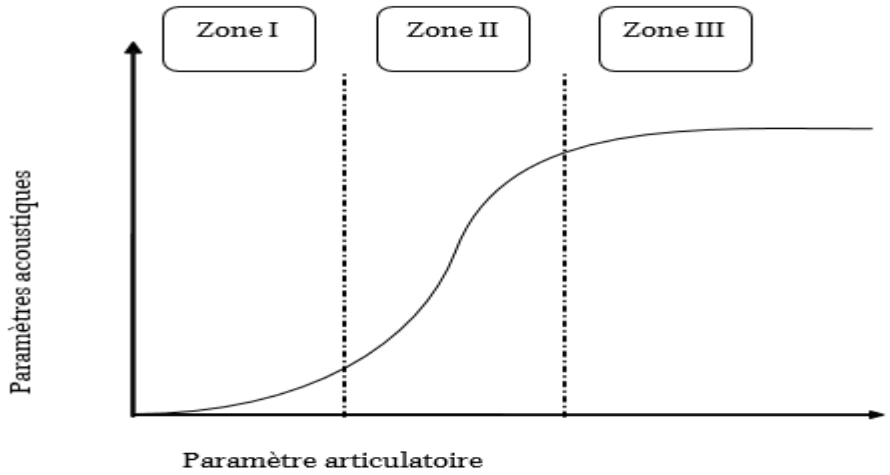


Figure 1: Non linéarité de passage d'un paramètre de commande articulatoire à paramètre de sortie acoustique le paradigme de base de la Théorie Quantique (adaptée de Stevens, 1989).

Dans la mesure où les variations acoustiques se font par étapes et les variations articulatoires de manière constante, les relations articulatori-acoustiques sont considérées de nature quantale ou quantique.

La théorie propose que ces rapports quantiques entre les paramètres articulatoires, perceptifs et acoustiques ont un facteur décisif pour la sélection des attributs articulatoires et acoustiques qui sont utilisés par le locuteur pour faire les distinctions linguistiques.

Ladefoged (1983) n'adhère pas complètement au principe de la théorie quantique de Stevens. Il défend plutôt la notion de possibilités gestuelles dans la réalisation articulatoire de certains sons du langage au sein de zones de dispersion linguistiquement acceptables. Ces zones ne seraient pas forcément de nature quantale. En effet, nous pensons, suivant Ladefoged (1983), qu'en dehors de la distinction des voyelles extrêmes [i, a, u], qui sont des points extrêmes dans l'espace articulatoire, il n'existerait pas de qualité vocalique préférentielle.

Browman & Goldstein (1989) conservent une partie de la théorie quantique de Stevens puisqu'elle donnerait des explications relatives aux gestes que les langues choisissent à des fins contrastives. Pour eux, le contrôle de certains gestes articulatoires critiques serait un facteur crucial pour la sélection des attributs articulatoires et leurs conséquences acoustiques, cela pour obtenir les distinctions phonologiques dans des langues déterminées.

Dans des travaux plus récents, Clements & Ridouane (2006) proposent deux grandes familles des définitions des traits quantiques :

- Des définitions inhérentes : les indices se trouveraient au sein du segment ;
- Des définitions contextuelles : les indices acoustiques ou auditifs seraient seulement décelés lorsque les traits ont une position dans un contexte approprié.

Nous pensons que cette théorie est une illustration appropriée de la relation non linéaire entre les gestes articulatoires et leurs conséquences acoustiques. Apparemment, la variation de certains paramètres articulatoires n'a aucune incidence au niveau acoustique, tandis que

d'autres paramètres peuvent engendrer une réorganisation de l'espace acoustique et donc du résultat perceptif.

Citons ici les cas où la réalisation de certaines catégories de sons tolère une plus grande variabilité des gestes articulatoires, sans que les résultats acoustiques ne subissent des altérations perceptivement significatives. Cette catégorie de sons serait dotée d'un espace de variabilité plus large. En effet, c'est le cas par exemple de la production de la voyelle [a], où le paramètre critique de contrôle est la constriction pharyngale, les autres régions ayant des degrés de liberté plus grands. Certains sons auront ainsi une zone de *viabilité* plus étendue que d'autres. Autrement dit, la réalisation de ce type de sons entrainerait moins de contraintes articulatoires pour obtenir le résultat acoustique désiré. Étant donné que la parole pathologique est une source d'information pour la compréhension de la parole *normale*, nous essayerons de voir si ce phénomène existe chez nos patients glossectomisés suite à un cancer endo-buccal. Nous tenterons de voir si les perturbations articulatoires et les modifications anatomiques de la cavité buccale engendreraient des altérations et des déviations au niveau acoustique, aboutissant éventuellement à une réorganisation ou à un réajustement plus ou moins important des stratégies articulatoires déployées afin d'obtenir les résultats acoustiques acceptables.

I.2. La Théorie de la Variabilité Adaptative : Lindblom (1987, 1990,1996)

La théorie de Lindblom (1987, 1990, 1996) est fondée sur la variabilité et l'organisation à laquelle la production de la parole peut être soumise. Afin d'atteindre une « cible », la « variabilité » resterait toujours un recours ; elle serait tout de même « conditionnée » par un nombre assez important de « contraintes » qui parfois engendreraient un « ratage » et des divergences au niveau de timing, dans les différents contextes de production de la parole. Cette théorie tente de déceler la corrélation inhérente qui existerait entre la perception et la production de la parole.

Déjà pour Stevens & House (1963), l'atteinte des « *cibles* » articulatoires et acoustiques ne serait pas toujours possible, ce qui impliquerait forcément un phénomène de « *undershoot* » ou de « *overshoot* », c'est-à-dire un ratage de la cible linguistique. Pour Lindblom (1963 a et b) cependant, quelles que soient les raisons du ratage, qu'il soit lié à la durée articulatoire ou

acoustique, ou encore au contexte articulatoire ou acoustique, la cible perceptive principale demeurerait invariante, grâce à cette relation d'adaptabilité mutuelle en le locuteur et l'auditeur. En effet, plusieurs études sur la vitesse d'élocution ont pu démontrer que malgré la compression des paramètres des segments acoustiques mesurés, l'atteinte des cibles acoustico-perceptives reste possible (Meffert & Green, 2010 ; Engstrand, 1987 ; Gay, 1978).

D'autres recherches avaient jadis évoqué la notion de chevauchement spatio-temporel des commandes centrales et, en conséquence, de coarticulation entre propriétés vocaliques et consonantiques des segments contigus (Öhman, 1967 ; MacNeilage, 1970). Le manque d'invariance dans les signaux de la parole serait ainsi lié à l'organisation adaptative en production de la parole, d'après Lindblom (1987).

D'autres études plus récentes en phonétique clinique parlent plutôt de phénomènes de compensations articulatoires, tel est le cas des travaux sur les perturbations artificielles de la production de la parole normale. Les travaux de (Savariaux *et al.*, 2001 ; Gibbon *et al.*, 2005 ; 2006) ont montré que la perturbation de la parole par des dispositifs externes ne manifestait qu'une légère variabilité par rapport aux productions de la parole normale. Ainsi, la compensation articulatoire exigerait l'adoption d'une nouvelle configuration des gestes articulatoires, qui est censée être maitrisée par des exigences des cibles acoustiques intrinsèquement liées à la production. On revient ainsi à l'absence d'invariance dans les signaux de la parole qui serait due à l'organisation adaptative en production de la parole, d'après Lindblom (1987, 1990).

Selon Lindblom (1987), la notion de « *cible* » devrait être définie, comme le rendement acoustique que le locuteur veut atteindre, plutôt qu'en termes de simples invariants articulatoires. À partir du moment où l'invariance n'est pas articulatoire, se peut-il qu'elle soit acoustique ? Pour Lindblom (1987), il n'y aurait pas lieu de chercher des invariants dans le signal acoustique.

Selon les besoins communicatifs et les situations, le locuteur pourrait modifier sa performance par le biais du contrôle des interactions entre les facteurs orientés par la production et les contraintes gérées par l'effet acoustique. La prise de conscience du locuteur de

l'accès de l'auditeur aux informations acoustiques produites est démontrée par ce contrôle articulatoire. Le locuteur produirait donc le signal de parole en estimant en parallèle (*online*) les besoins perceptifs en cours. En bref, la recherche des seuils et des critères discriminables dans les signaux de la parole se révèlerait suffisante.

Cependant, mis à part le critère de distinctivité perceptive de la part de l'auditeur, le locuteur prendrait aussi en considération « le principe d'économie ». Le locuteur ferait un effort dans le but de « trouver une diagonale idéale » qui présenterait un bon compromis d'optimalité en termes de point d'équilibre entre production et perception de la parole. Le résultat est que cet effort conduirait à une production se situant dans un continuum entre hyper et hypo-articulations. Donc, d'après Lindblom dans un contexte bruité par exemple, le locuteur devrait se concentrer sur la distinctivité perceptive, dans ce cas il serait amené à hyper articuler. Des travaux sur le forçage vocal s'attardent sur la notion de distinctivité perceptive et revendiquent l'existence de stratégies adaptatives pour transmettre un message dans certaines conditions de communication adverses. Ces stratégies contribueraient, au même titre que d'autres stratégies physiologiques ou acoustiques, à la gestion de l'effort vocal et par conséquent au forçage vocal ou à sa prévention (Giovanni *et al.,* 2007)

Dans la Figure 2 qui suit, une illustration de l'adaptation mutuelle entre le locuteur et l'auditeur dans la communication est montrée. Sur l'abscisse est représenté la quantité d'informations mise explicitement dans le signal sous le contrôle du locuteur, et l'ordonnée représente la quantité d'informations préalable à toute locution.

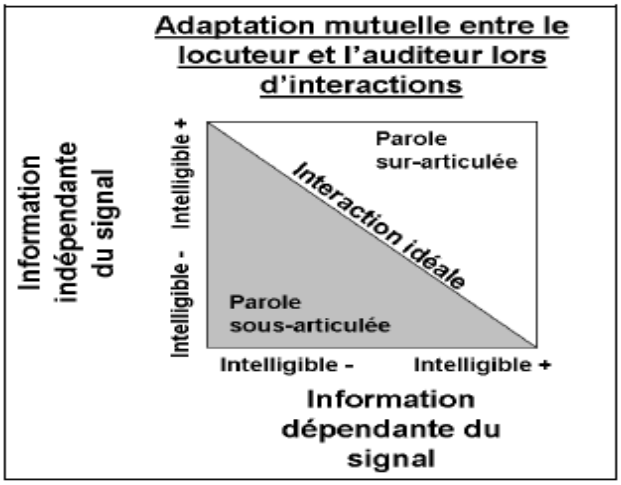


Figure 2 : Domaine hyper articulation et hypo-articulation en parole en fonction des informations du contexte et des informations dans le signal selon la théorie de la variabilité adaptative. (Adaptée de Lindblom, 1987 par Bechet, 2011).

Le locuteur adopte une stratégie de variabilité adaptative en prenant en compte les « compétences » de l'auditeur et essaye de s'approcher au maximum de la diagonal idéale.

Plusieurs idées ont émergé par la suite à propos de cette théorie comme l'ajout d'une adaptabilité de la part de l'auditeur dans la communication, car l'auditeur ne resterait pas passif, il ferait un effort pour analyser le signal acoustique, le but étant de « donner un sens » à ce qu'il a entendu. Cette proposition a été introduite par Ohala (1988).

Dans la même direction, Ohala (1988) a introduit la notion de la variabilité adaptative en production de la parole comme n'étant pas une variabilité aléatoire. Dans cette étude, il a repris la problématique des variations fossilisées en parole que Lindblom avait introduite et qui fait l'hypothèse que ces variations fossilisées seraient mécaniques, sans objectif particulier. La variabilité adaptative observée existerait sous la forme de variabilités fossilisées alors que ces dernières ne connaissent pas nécessairement de la variabilité adaptative. Des illustrations sont présentées dans son étude de 1993 :

Bas Latin Slavo (esclave) > *stlavo > sklavo > Italien schiavo (Ohala 1993 : 160).

Le fait que [s1] devient [st1] serait dû à une obstruction créée par la raison d'être co-articulatoire ou par une contrainte liée à la transition articulatoire. En effet, lors de la production de [s] + [1], le contact entre la langue et le palais est complémentaire pour la production de [s], le contact ayant lieu sur les côtés de la zone alvéolaire, tandis que pour

produire [ɪ], le contact a lieu dans les zones du milieu (zone alvéolaire). En conséquence, une obstruction intrusive transitoire dans la zone alvéolaire peut avoir lieu en passant de [s] à [ɪ].

D'autres chercheurs stipulent que la préoccupation conversationnelle est le compromis que les locuteurs rectifient à travers leur dialogue. Un tel comportement souligne l'émergence du phénomène de l'imitation mutuelle, lors des interactions entre les protagonistes d'une conversation, au niveau des représentations phonétiques (présenté par Goldinger 1998) et au niveau lexical (introduit par Pardo 2006). L'imitation se retrouve dans plusieurs variables : le F0 et la variation des bandes phonétiques à basse fréquence, l'intensité etc. (Gregory, 1990, Gregory *et al.*, 1997, Gregory et Webster 1996, Babel, 2012) concernant la dimension phonétique. Dans le cadre de la variabilité durant l'interaction, l'étude de la convergence phonétique dans les dialogues interactifs montre que les auditeurs peuvent montrer une sensibilité aux convergences phonétiques qui peuvent marquer des fonctions non linguistiques dans un dialogue. Cette étude a été constatée par Pardo (2006). Cependant Goldinger (1998) montre que les détails perceptifs sont conservés dans la mémoire et peuvent s'intégrer même dans la perception ultérieure.

Dans le cadre de la théorie de la Variabilité Adaptative, il serait important d'étudier la stratégie adoptée par nos patients glossectomisés. Adopteront-ils la stratégie d'économie, ou plutôt la sur-articulation afin que leur message soit intelligible ? Des éclaircissements à ces interrogations seront évoqués lors de notre analyse de données (*cf.* Partie 3).

Vu que notre étude se place dans le domaine de la perturbation et des stratégies de compensations, il serait intéressant de voir comment le modèle de la dynamique des tâches peut rendre compte de ces phénomènes.

Perturbation mécanique et compensation articulatoire

Les perturbations et les stratégies de compensation font partie de notre problématique dans la production de la parole après glossectomie. Dans le but de simuler la perturbation mécanique appropriée à des articulateurs spécifiques, le modèle dynamique de la tâche explique les mécaniques convenables des gestes lors d'une articulation compensatoire. Fowler et Saltzman (1993) ont mené une étude qui repose sur une comparaison de deux cas : le premier

cas est celui où la mâchoire était bloquée lors d'une fermeture bilabiale, et le deuxième cas correspond à une fermeture bilabiale normale. À travers cette expérience, ils ont pu observer que la compensation se produit via des distributions rapides et automatiques de l'activité, en plus d'un ensemble articulatoire comportant des gestes typiques.

Fowler et Saltzamn (1993) se sont interrogés sur les raisons pour lesquelles les locuteurs, au lieu d'opter pour une trajectoire simple vers la cible, en contexte libre, instaurent plutôt des contraintes de coordination entre les articulateurs responsables des gestes phonétiques.

La principale raison serait la coarticulation. En effet, elle peut être jugée comme une source naturelle de perturbations articulatoires. Ils posent que les mêmes processus de contrôle et de coordination articulatoire pour les phénomènes de compensation aux perturbations externes peuvent traiter les phénomènes de compensation pour les perturbations intrinsèques à la parole normale.

I.3. Le modèle Directions Into Velocities of Articulators (DIVA)

Cette théorie est proposée et développée par Guenther (1994). Le modèle Diva (Directions Into Velocities of Articulators) se focalise sur l'acquisition et la production de la parole. Selon les travaux de Guenther (1994, 1995a, b, 1998) Guenther & Barreca (1997), Perkell et *al.* (2000) ce modèle prend en considération les aspects liés au contrôle moteur, à la variabilité des phénomènes de modification de la vitesse d'élocution et la coarticulation. Sur le plan articulatoire, le modèle DIVA est conçu pour contrôler les mouvements du conduit vocal de la production des sons de la parole. Il présente les fondements cérébraux et computationnels qui seraient sous-jacents au système de production de la parole. Il prône l'hypothèse que les dispositions du conduit vocal qui régissent la production des cibles acoustiques peuvent être variables. En utilisant une nouvelle configuration articulatoire qui conserverait l'identité du phonème lorsque la configuration articulatoire n'est pas accessible, le système moteur de la production de la parole établira des équivalences motrices. Les expériences de la perturbation de la parole par un dispositif externe afin d'empêcher les mouvements de la mandibule et des lèvres (*lip-tube ou bite block*, *l'écarteur de lèvres*) l'auraient démontré (*cf.* Chapitre II).

Le séquencement de commandes dans ce modèle (voir Figure 3) comprend 13 modules ainsi que 2 systèmes : un système *feedforward* et un système *feedback* doté de boucle contrôlant

les retours auditifs et somato sensoriels. Selon Golfinopoulos *et al.* (2010) chacune des parties est liée à une région cérébrale. Le système *feedback* joue un rôle principal lors de la phase d'acquisition de la parole chez les enfants (babillage). Lors de cette phase, l'enfant est amené à explorer toutes les potentialités articulatoires et leurs retentissements auditifs. L'objectif étant de se rapprocher au maximum du son cible et d'apprendre les rapports entre les commandes motrices et leurs effets acoustiques, à travers un réseau neuronal multidimensionnel. Les cibles, assimilées tout au long de la vie, restent acquises (Guenther et Perkell 2004).

Le système *feedforward* est éclairé par les cellules (*Speech Sound Map*) qui se situent au niveau de-la partie frontale inférieure gauche du gyrus et du cortex pré-moteur ventral gauche en permettant la mise en œuvre du plan phonologique. L'activation des cartes de position (*Module Articulator Velocity et Position Maps*) qui permet la codification directe de la disposition des mouvements des articulateurs selon 7 dimensions (corrélativement au 7 degrés de libertés du modèle de Maeda (1990)). Cela est réalisé au niveau du cortex moteur primaire ventral et définit la direction et la vitesse à laquelle les articulateurs sont dans l'obligation de se déplacer pour atteindre les cibles dans le temps requis.

Le système *feedback* analyse l'écart entre les prédictions sensorielles et le *feedback* sensoriel de la parole pour corriger et évaluer les erreurs du programme moteur en cours.
Les prédictions sensorielles sont gérées par le modèle *forward* qui engendre un retour interne. Ce modèle agit comme un modèle prédictif en anticipant le résultat de l'acte avant et au cours de son accomplissement pour corriger les commandes par la suite. Dans le cas où un écart subsiste entre le signal perçu et celui prédit, un accroissement d'activité apparait dans le gyrus supra marginal bilatéral, puis une modification en commande corrective est faite par le biais des projections des cartes (*Error Maps*) sur les cartes de vitesse articulatoire et de position (*Articulatory Velocity et Position*). Le système peut produire d'autres associations de différents sons même en présence de contrainte articulatoire, après apprentissage.

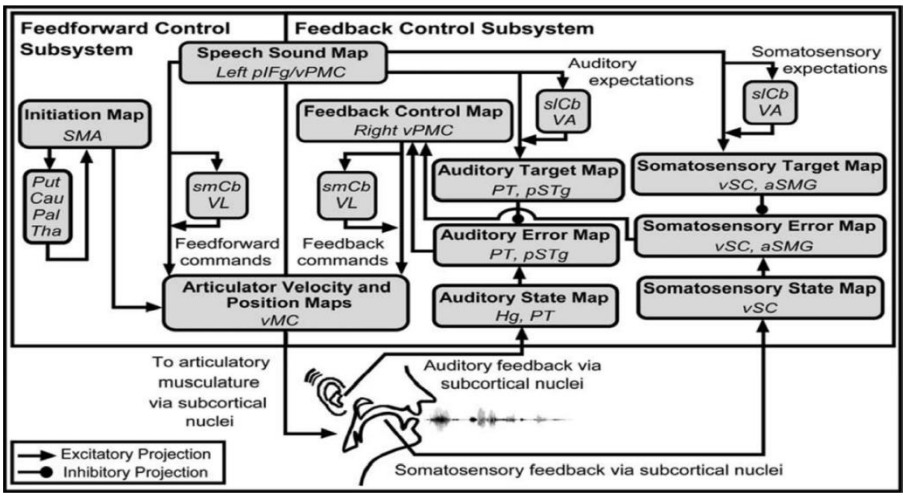


Figure 3 : Schéma du modèle Diva mis à jour en 2010 et corrélats cérébraux (Golfinopoulos *et al.,* 2010) citée dans Acher, (2014).

Comme nous l'avons précisé précédemment, étudier la parole pathologique nous permet de mieux comprendre le système de production de la parole normale. Nous avons essayé de rapprocher plusieurs théories qui traitent la notion de cible acoustique à notre étude sur des patients glossectomisés. La glossectomie perturbe la parole, de ce fait il est question d'apprécier les effets de cette exérèse sur le signal acoustique. La question qui se pose, en examinant les conclusions des courants théoriques exposés précédemment, est de savoir si l'espace de contrôle serait de nature articulatoire, et plus précisément gestuelle, ou de nature acoustico-auditive.

Nous pensons pouvoir trancher entre ces deux postures théoriques majeures en plaçant notre démarche épistémologique dans un autre cadre théorique, à savoir celui de la Viabilité en Production-Perception de la Parole.

I.4. La Théorie de la Viabilité en production-perception de la parole

Cette théorie occupe une place essentielle dans notre étude sur la production de la parole par des sujets glossectomisés. Dans cette théorie, la notion de « cible » est conçue comme étant un espace de réalisation. L'application de cette théorie ici est primordiale du moment où nous concevrons, à l'aide de nos données, la production d'une parole pathologique comme la tentative du locuteur de placer ses réalisations dans un espace de réalisations articulatori-acoustiques convenables. Plus précisément, les locuteurs réorganiseraient leurs productions selon leurs propres contraintes anatomiques, en respectant un « *espace* » dit viable pour la production du phonème désiré.

La théorie de la viabilité en production et en perception de la parole est développée au sein de notre laboratoire dans le cadre des études menées par l'Équipe de recherche « Parole & Cognition » de l'Unité de Recherche LiLPa (Linguistique, Langues, Paroles, EA 1339), à partir de données sur la parole normale et pathologique (Sock, 1998, 2001 ; Sock et Vaxelaire, 2004 ; Vaxelaire, 2007) (Institut de Phonétique de Strasbourg).

La théorie de la viabilité est une théorie mathématique qui propose des *métaphores mathématiques* de l'évolution de macrosystèmes observables dans différents domaines scientifiques, dont les sciences économiques, cognitives, et également dans les systèmes non-linéaires de la théorie du contrôle (*cf.* Aubin, 1991). *Cette théorie permet de traiter d'une manière rationnelle les transformations des organismes qui sont régulés par des dynamiques de nature non déterministe spécifiques, ainsi que par des contraintes de viabilité, afin de mettre au jour les interactions des différentes composantes autos organisées du système sous-jacentes à sa régulation.*

Sous l'hypothèse que la production et la perception de la parole soient un système auto-organisé, la démarche épistémologique consistera à maîtriser et à comprendre l'apparition, et également le comportement des catégories phonologiques, comme étant des processus neurocognitifs découlant d'un système soumis à des contraintes sensori-motrices de viabilité (*cf.* Sock, 1998 et 2001).

Dans cette théorie, la notion de perturbation est un élément fondamental qui est considéré comme une interférence structurelle à laquelle une unité peut être capable ou non, par sa plasticité, de résister à un phénomène de perturbation (Sock, 1998).

En effet, la théorie de la viabilité pose que la perturbation appliquée à un système permet d'apprécier sa robustesse. En ce qui concerne la production de la parole, la perturbation peut provenir de deux sources majeures : la perturbation externe ou interne (intrinsèque au système). (Vaxelaire & Sock, 1996 ; Vaxelaire, 2007). En ce qui concerne la source des perturbations externes, elle peut provenir d'événements non déterminés et non liés au système de production de la parole (par exemple : un environnement bruité). Dans le cas où les perturbations sont internes (intrinsèques au système), elle peut provenir de la suite des modifications des interactions structurelles de ses propres composantes. C'est le cas des

perturbations par la variation de la vitesse d'élocution et les modifications provoquées par les pathologies du langage, telles des pathologies organiques et potentiellement la glossectomie.

Perturbations et changements compensatoires ou réajustements

Au niveau du système de production-perception de la parole, les perturbations, qu'elles soient internes ou externes, peuvent engendrer des changements compensatoires ou des ajustements compensatoires (Vaxelaire, 2007).

Selon les travaux de Vaxelaire (2007) et Sock *et al.,* (1988), les changements compensatoires que le système de production-perception de la parole peut subir, tout en préservant sa cohérence peuvent être *conservateurs*. Cela sous-entend que de tels changements ne causent pas de modification notoire dans la stratégie de réalisation de l'opposition linguistique : les composantes conservent une stabilité relative dans leurs interactions. À titre d'exemple, le fait de varier la vitesse d'élocution pourrait parfois provoquer la compression des durées absolues des paramètres mesurés des classes phonétiques mais ne modifie pas les stratégies gestuelles utilisées pour maintenir les oppositions de quantité vocalique, par exemple (Sock, 1998). Malgré la compression des paramètres mesurés, la distinction entre deux catégories se maintient et seules *les relations* entre les composantes changent.

Autrement, les changements peuvent être *innovateurs* et, dans ce cas de figure, les composantes du système subissent elles-mêmes des changements. Les stratégies de réalisation de l'opposition linguistique sont modifiées. Cela nécessite une réorganisation et un réaménagement de l'interaction des composantes du système.

C'est dans ce cadre conceptuel de la perturbation que se feront nos observations sur les éventuelles modifications et les nouvelles configurations provoquées par les perturbations résultant d'une glossectomie. Selon que l'exérèse soit partielle ou totale suivie d'une reconstruction, vraisemblablement, les changements peuvent êtres innovateurs pour certains de nos patients et conservateurs pour d'autres.

> *« La plasticité du système de production de la parole, mais également sa tendance à l'équilibre homéostatique permet l'intervention de changements compensatoires, sans que l'organisation globale du système en soit modifiée. Le système dispose de caractéristiques qui tendent à maintenir, de manière relativement stable, la dynamique de ses états internes et aussi la cohérence globale de son organisation* » (Sock, 1998 : 166).

On constate parfois que l'organisation du système de production de la parole n'arrive plus à préserver une certaine stabilité indispensable qui lui permettrait de résister aux perturbations externes ou internes. Dans ce cas, la non conservation de la stabilité nécessaire engendre une perte de l'identité des propriétés du système de production de la parole. Ce type de scénario est observable dans le cas de la parole pathologique et notamment en cas d'atteinte sévère du système de production-perception de la parole.

Les travaux de Bechet (2011) sur des enfants présentant une fente labio-palatine démontrent bien les frontières de la viabilité de certains sons. En effet, elle a pu déceler, dans sa thèse, les différentes stratégies mises en place 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. Elle indique que la spécificité de la parole pathologique observée chez les patients, par rapport aux locuteurs de contrôle, réside dans leur capacité à remédier à leurs troubles par des manœuvres qui leur permettent d'atteindre des cibles proches ou similaires à celles de sujets sains. Béchet (2011) souligne toutefois les limites de ces stratégies. Elle montre que les locuteurs porteurs de fentes révèlent des espaces de cibles articulatori-acoustiques toujours plus étendus que ceux des locuteurs sains, et que ces espaces ne sont pas toujours viables perceptivement.

Les travaux de Fauth (2012) sur la production de la parole après une thyroïdectomie montent que les patients optent pour la compensation pour maintenir une différence catégorielle entre les segments consonantiques. Pour Fauth (2012), la conception d'une « cible », comme espace de contrôle pour la réalisation de possibles articulatoires et acoustiques perceptivement acceptables, serait particulièrement pertinente pour rendre compte de ses données acoustiques. En effet, les locuteurs pathologiques réorganisent leurs productions selon leurs propres contraintes physiologiques et anatomiques, contraintes provoquées par leur pathologie.

Xiu (2018) a étudié les possibles stratégies de compensation ou de réajustement que des patients thyroïdectomisés ont pu mettre en place seuls ou à l'aide d'une rééducation orthophonique, et ce afin d'évaluer la flexibilité du système de production de la parole. Il s'agissait pour lui, comme pour Béchet (2011) et Fauth (2012), d'étudier la flexibilité du système de production et de perception de la parole en essayant de comprendre ce système à partir d'un

dysfonctionnement d'origine pathologique. À partir de ses données aérodynamiques et acoustiques obtenus auprès de ses patients, il a pu rendre compte de la viabilité de certaines unités phonétiques et phonologiques qui demeurent perceptivement stables, malgré une variabilité omniprésente dans le substrat physique, articulatoire, physiologique et acoustique.

De tels résultats peuvent être rationalisés suivant les principes de la Théorie de la Viabilité, car les réajustements pertinents des patients demeurent un ensemble de trajectoires viables qui permettent une émergence cohérente d'un système (Aubin & Cellina, 1984), afin d'atteindre, en l'occurrence dans ces travaux, les « cibles » aérodynamiques, articulatoires et acoustiques recherchées (Sock & Vaxelaire, 2001), qui seront alors perçues correctement.

C'est en conséquence grâce aux stratégies compensatoires que les locuteurs pathologiques tentent de réaménager leur système de production de la parole, lorsqu'ils n'arrivent pas à produire un son souhaité. Les modifications anatomiques de la cavité buccale entraînent des perturbations plus ou moins importantes qui affectent l'intelligibilité de la parole. Les nouvelles productions, qui sont très souvent déviantes, révèlent les limites du domaine de la viabilité en production-perception de la parole. De manière générale, chaque locuteur, à partir de son système de production de la parole, est capable de mettre en place des ajustements qui lui sont propres, que ce soit un locuteur sain ou pathologique. Cependant, ce sont les locuteurs pathologiques qui ont plus tendance à recourir à des manœuvres compensatoires pour produire la parole. Ainsi, leurs données témoignent de l'existence de zones distinctes et propres à chaque locuteur. La réalisation des gestes articulatoires est, en revanche, bornée dans ces zones par certaines contraintes (dans la mesure où l'intégrité du message doit être conservée) afin que l'émergence du son soit viable.

Il nous semble primordial de signaler ici que le concept de la viabilité en production de la parole est en relation directe non seulement avec la notion du maintien des oppositions phonologiques, mais aussi avec les trajectoires et les configurations adoptées par des catégories articulatori-acoustiques. En effet, ces relations interviennent sur le plan temporel et fréquentiel respectivement, en contextes de perturbations dites internes ou externes des systèmes phonologiques. Aussi, les catégories articulatori-acoustiques produites par un locuteur pathologique peuvent varier entre entités significativement modifiées et entités relativement

résistantes, évoluant à l'intérieur de zones dites viables pour assurer l'émergence d'un message linguistique compréhensible.

Au total, comme l'indique Bechet (2011), la Théorie de la Viabilité en production-perception de la parole révèle que plusieurs solutions articulatoires peuvent mener à une même cible acoustique à condition que ces solutions soient situées à l'intérieur de la zone de viabilité qui sert de « garde-fou » à l'émergence d'un son. Pareillement, de nombreuses solutions acoustiques peuvent permettre d'atteindre une cible perceptive équivalente (Figure 4).

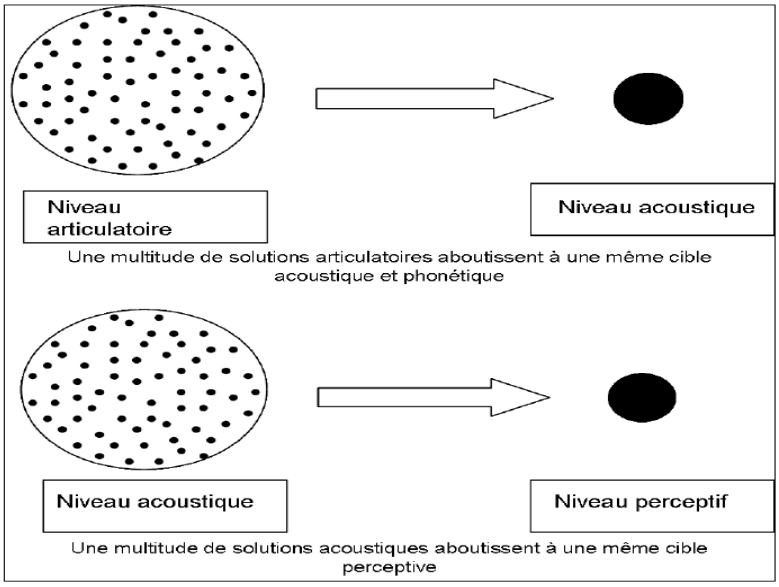


Figure 4: Illustration de la Théorie de la Viabilité ; diverses trajectoires articulatoires sont possibles pour une même cible acoustique, et diverses solutions acoustiques peuvent mener à une même cible perceptive. Les possibles articulatoires et acoustiques se situent à l'intérieur de leur cercle qui définit l'espace de viabilité. (De Bechet 2011).

De ce fait, la variabilité est observable dans le système de production-perception de la parole, aussi bien au niveau articulatoire qu'acoustique, aboutissant au déploiement de multiples stratégies éventuelles réalisables par les locuteurs. Ce constat est particulièrement important pour comprendre certaines données issues de productions pathologiques en parole. On sait aussi que des réajustements sont possibles à différentes phases chez les locuteurs pathologiques, afin d'atteindre des cibles acoustiques et perceptives comparables à celles relevées initialement auprès d'un même locuteur pathologique (avant une perturbation quelconque), ou bien auprès de locuteurs sains ne montrant aucun dysfonctionnement au niveau de leur système de production-perception de la parole.

Rappelons qu'en nous s'intéressant à l'étude de la parole pathologique, nous plaçons dans le paradigme qui pose qu'il est possible de tirer des informations sur la production de la parole normale. Potentiellement, la production de la parole après glossectomie donnerait la possibilité d'observer, de manière générale, la variabilité en production de la parole. Il est donc envisageable, dans cette perspective, de discerner la variabilité et son étendue, mais aussi d'en déterminer les limites.

Conclusion chapitre I

Dans ce chapitre, nous avons exposé quelques courants théoriques en production et en perception de la parole. En effet, selon que le postulat de chaque courant théorique s'accorde ou s'oppose en production de la parole, suivant que son orientation soit centrée sur les cibles acoustiques ou articulatoires, ils aboutissent cependant à la même conception du geste articulatoire. La réalisation du geste linguistiquement pertinent est strictement conditionnée par le contexte et également par le contrôle et l'activation motrice, ainsi que par le *timing* des articulateurs pour atteindre une configuration spécifique du conduit vocal. La notion de l'émergence de la variabilité en production et en perception de la parole est traitée par les courants théoriques exposés dans ce chapitre. En somme, on peut dire que toute variabilité est admise du moment que le message linguistique reste compréhensible.

Ces courants théoriques devraient nous permettre de mieux cerner et rationaliser nos données sur la production de la parole de patients glossectomisés, suite à un cancer endo-buccal. Nous adopterons le paradigme des perturbations et des réajustements en production de la parole pour rendre compte de nos résultats. Ainsi, l'objectif général de notre étude, qui repose sur une analyse du signal acoustique, est de relever les perturbations articulatoires à partir de l'examen de ce signal acoustique, puis de tâcher de déceler les possibles réajustements qu'un patient peut mettre en place. Nous essayerons de mettre en exergue les phénomènes de variabilité et de viabilité en parole pathologique d'origine dite organique.

Résumé chapitre II

Ce chapitre sera dédié aux phénomènes de perturbations et de réajustements qui peuvent concerner le système de production et de perception de la parole normale. Il est question de tester le degré de flexibilité du système de production et de perception de la parole à la suite d'une perturbation non pathologique, de tenter de cerner le fonctionnement de ce système à partir de l'observation d'une irrégularité ou d'une déviance, et de circonscrire les limites des changements et des déformations aux niveaux articulatoires et acoustiques, des limites déterminées par les exigences de la compréhension du message linguistique.

Dans un premier temps, nous présentons de façon synthétique, les divers procédés de perturbations du système de production de la parole (*bite-block*, *lip-tube*, *palais artificiel*, *perturbation dynamique*, *écarteur de lèvres*). Les stratégies de compensations ou de réajustements élaborées sont aussi évoquées dans ce chapitre. Dans un second temps, nous exposons les diverses pathologies organiques de la voix et de la parole présentées en deux parties : 1) les pathologies de réalisation motrice de la voix et la parole ; et 2) les troubles carcinologiques de la tête et du cou.

II. Le paradigme des « *perturbations* » et des « *réajustements* » en production et en perception de la parole

La perturbation du système de production de la parole a suscité l'intérêt de nombreuses études en phonétique générale et expérimentale. En effet, perturber le système de production de la parole permet de comprendre le fonctionnement de la production de la parole puisqu'un phénomène vient gêner le déplacement des différents articulateurs. Cela permet d'évaluer la plasticité du système de production de la parole, étant donné qu'il existe des limites dans l'étendue de la variabilité spatiotemporelle des gestes des articulateurs, responsables de la production de la parole, au-delà de laquelle la compréhension du message linguistique n'est plus garantie (Vaxelaire, 2006). De plus, introduire des obstacles dans le mécanisme de la production de la parole permet non seulement d'étudier les stratégies de réajustement déployées par le système, mais aussi d'apprécier le scénario des gestes compensatoires résultant.

En ce qui concerne la les perturbations, on en distingue généralement deux sortes, à savoir les perturbations de la parole dites « non pathologiques » et les perturbations « pathologiques », les deux pouvant troubler directement ou indirectement le fonctionnement d'organes critiques indispensables à la production de catégories phonétiques et phonologiques spécifiques.

II.1 Perturbation de la production de la parole

Cette partie sera dédiée aux différentes méthodes de perturbation « non pathologiques » et « pathologiques » de la production de la parole qui ont fait l'objet de plusieurs études en phonétique générale et expérimentale.

Tout d'abord seront présentées quelques méthodes, dites écologiques, de perturbation de la production de la parole consistant, à titre d'exemple, à accélérer ou ralentir le débit de parole en faisant varier la vitesse d'élocution.

Par la suite, seront abordées les perturbations dites non-écologiques nécessitant la mise en place d'une procédure expérimentale à l'aide d'un dispositif externe ou interne (*bite-block*, *lip-tube*, *palais artificiel*, *perturbation dynamique* de la production de la parole, etc.).

Ces perturbations dites écologiques et non-écologiques n'étant pas centrales à la problématique principale de notre recherche, nous les présenterons de façon synthétique sous forme de tableaux.

Enfin, nous nous attarderons sur quelques pathologies d'origine organique qui peuvent perturber la production de la parole.

II.1.1 Perturbations de types écologiques

Nous exposons sous ce titre les diverses méthodes de perturbations dites « écologiques » de la production de la parole. Nous adoptons le terme « écologique » pour le cas d'un locuteur qui est dans une situation de communication de la vie quotidienne et, suite à de nombreuses contraintes externes, peut-être dans l'obligation de modifier, par exemple, sa vitesse d'élocution ou l'intensité de sa voix. Selon ces différentes situations, la perturbation est considérée comme écologique du moment où elle est produite par le locuteur lui-même, contrairement à une perturbation « non écologique » qui serait le résultat de l'ajout d'un dispositif externe (*bite-block*, *pipe-speech*, *écarteur de lèvre*, etc.) au sein du système de production de la parole.

Lorsque ces perturbations sont écologiques, elles n'en sont pas peu intéressantes à explorer de par leur caractère naturel, puisque le locuteur y joue une double fonction : il est responsable de la perturbation de par sa production, et réajuste en même temps ses propres productions.

II.1.1.1 Variation de la vitesse d'élocution : un perturbateur naturel par excellence

Tout d'abord, avant d'introduire la notion de variation de la vitesse d'élocution il est important de distinguer la vitesse d'élocution (*speech rate*) de la vitesse d'articulation (*articulation rate*).

Notons que la vitesse d'articulation représente le nombre de syllabes produites par seconde sans tenir compte de la durée des pauses, alors que la vitesse d'élocution coïncide avec le nombre de syllabes par seconde en tenant compte de la durée des pauses.

Selon les travaux attestés dans la littérature (par ex. Grosjean & Deschamps, 1975), une augmentation de la vitesse d'élocution se traduirait par un réaménagement temporel des pauses, alors que la vitesse d'articulation demeurerait proportionnellement invariable et

formerait une donnée constante et typique pour chaque locuteur. En effet, plus le débit de parole est rapide, plus la durée des pauses est réduite, sans que cela ait des répercussions sur le nombre de syllabes produites par seconde.

En production de la parole, la synchronisation des gestes des différents articulateurs et l'organisation temporelle, ou le *timing* de ces gestes, sont essentielles pour que les productions linguistiques puissent émerger correctement. Dans le but d'apprécier la robustesse de cette organisation spatio-temporelle du conduit vocal, lors de la production de la parole, il peut être intéressant d'avoir recours au paradigme de la variation de la vitesse d'élocution. En effet, la parole de tous les jours, produite d'une façon plus ou moins spontanée, est émise à des vitesses d'élocution variables.

De façon générale et catégorielle, ces vitesses d'élocution peuvent être classées *en lente, normale ou conversationnelle et rapide*. Ceci est dû à l'élasticité des mots ou des énoncés produits (Gaitenby, 1965). Les segments phonétiques, constitutifs de ces mots ou de ces énoncés, peuvent subir des expansions ou des compressions, selon que la vitesse d'élocution est ralentie ou accélérée respectivement. Malgré tout, l'élasticité des segments connait des limites ; elle est commandée, principalement, par les contraintes physiques du système anatomo-squelettique de production de la parole et par les contraintes de clarté que le système perceptif exige (Sock, 1998 ; Vaxelaire, 2007). D'où les limites détectables dans l'étendue de la variabilité spatiale et temporelle des gestes, responsables de la production des sons. Lorsque les *patterns* de ces gestes demeurent stables en termes absolus et / ou relatifs, on évoquera leur robustesse. Et, *a contrario*, lorsqu'ils succombent aux changements de la variation de la vitesse d'élocution, on arrivera à évaluer leur fragilité (Vaxelaire, 2007).

La *résistivité* ou la robustesse de l'organisation spatio-temporelle des gestes du conduit vocal provoque généralement des réajustements moteurs affectant des structures spécifiques du conduit vocal. C'est ainsi qu'il nous est possible de mettre au jour les éventuelles stratégies de compensation motrice, souvent révélatrices du degré de flexibilité des structures articulatoires impliquées dans la production d'une tâche phonétique ou phonologique déterminée (Sock, 1998).

Chaque langue obéit clairement à l'augmentation du paramètre de la vitesse d'élocution, du fait de ses caractéristiques linguistiques (phonologiques, phonétiques et / ou prosodiques)

propres. En dehors des contraintes physiques habituelles qui limitent les variations de la vitesse d'élocution, la littérature sur la vitesse d'élocution est très ample. Notre travail de thèse n'impliquant pas explicitement le phénomène de variation du paramètre de la vitesse d'élocution en tant que tel, nous nous restreindrons donc pour l'illustration de ce phénomène à une présentation synthétique des quelques travaux sous forme d'un tableau, comme annoncé auparavant (*cf.Tableau 1*).

Tableau 1: Variation de la vitesse d'élocution

Auteur(s) et protocole expérimental	**Problématique étudiée**	**Effets et rationalisation des résultats**
Peterson & Lehiste, (1962) Augmentation de la vitesse d'élocution Données acoustiques	Durées des voyelles accentuées de l'anglais américain	Résistance des durées vocaliques qui restent stables / conservation de l'information lexicale comprise dans le segment accentué
Gaitenby, (1965) Vitesse d'élocution lente, normale, rapide Données acoustiques	Durées absolues de segments phonétiques, de mots ou d'énoncés de l'anglais américain	Expansion des durées lorsque la vitesse et ralentie / compression des durées lorsque la vitesse est accélérée : élasticité du signal de parole
Sock, (1983 ; 1998) ; Sock *et al.*, (2006) Vitesse d'élocution normale et rapide Données acoustiques, cinématiques et cinéradiographiques	Durées absolues et relatives des oppositions de quantité vocalique en wolof, en arabe marocain, koweitien, tunisien, en suédois	Compression des durées acoustiques et cinématiques absolues mais maintien des oppositions de quantité vocalique / la préservation de l'opposition phonologique prime sur les compressions segmentales
Harmegnies et Poch-Olivé (1992 ; 1994) Etude contrastive de la parole spontanée et de la parole de laboratoire	Valeurs formantiques de F1 et F2 des voyelles	Les valeurs formantiques varient suivant le style de parole dans les différentes situations de communication, ce qui requerrait de nouvelles distributions. Les valeurs de F1 et F2 étaient comparables à celle d'un *schwa*

Vaxelaire, (1993 ; 2005 ; 2007) Vitesse d'élocution normale et rapide Données acoustiques et cinéradiographiques.	Durées absolues et relatives, et gestes articulatoires de consonnes simples et de consonnes doubles (hétéro-morphémiques et homorganiques) du français.	Compression des durées consonantiques absolues mais maintien des oppositions linguistiques entre simples et doubles Etendues de contact (bilabial, linguo-palatal ou linguo-vélaire) plus larges pour les consonnes doubles par rapport aux consonnes simples en vitesse d'élocution normale et rapide / la préservation de l'opposition linguistique prime sur les compressions segmentales et les réorganisations gestuelles en vitesse rapide
Bouarourou *et al.,* (2014) Vitesse d'élocution normale et rapide Données acoustiques et cinéradiographiques	La gémination en tarifit (berbère) Durées acoustiques absolues et relatives, et gestes articulatoires de consonnes simples et géminées (occlusives et constrictives)	Compression des durées consonantiques absolues mais maintien des oppositions linguistiques entre simples et géminées Etendues de contact (bilabial, linguo-palatal ou linguo-vélaire, linguo-uvulaires) plus larges pour les consonnes géminées par rapport aux consonnes simples en vitesse d'élocution normale et rapide / la préservation de l'opposition linguistique prime sur les compressions segmentales et les réorganisations gestuelle en vitesse rapide

Zaouali *et al.*, (2018) Vitesse d'élocution normale et rapide Données acoustiques	La pharyngalisation en arabe, parler algérien (consonnes occlusives apico-alvéodentales voisées et non-voisées)	Compression de la durée des paramètres mesurés La différence entre les deux catégories se manifeste au niveau du maintien de la tenue consonantique qui est plus longue pour les consonnes pharyngalisées, et du VOT plus long pour les consonnes simples Le VOT est le paramètre le plus robuste, révélant une différence de pression intraorale entre les deux catégories phonologiques

Nous voyons ainsi que la variation de la vitesse d'élocution peut être considérée comme un facteur écologique de perturbation naturelle de la production de la parole. En effet, la variation de la vitesse d'élocution impose au locuteur l'adoption de diverses stratégies de production de la parole afin de pouvoir répondre aux exigences de clarté linguistique dans une situation de communication (Lindblom, 1990).

II.1.2 Perturbations non-pathologiques par ajout de dispositifs externes ou semi-invasifs

Lors du processus de perturbation non écologique de la production de la parole, l'ajout d'un dispositif externe qui sert de moyen d'empêchement (*bite-block*), de modification (*lip-tube ou palais artificiel*) ou d'obstruction (*perturbation dynamique*) de la mobilisation du mouvement des articulateurs pour la production de la parole est aussi réalisable.

Cette méthode de perturbation est dite non-écologique, à l'inverse des perturbations citées antérieurement, puisque le locuteur ne réalise pas naturellement la perturbation, mais plutôt, il la subit. Face à ce type de perturbation, le locuteur peut s'adapter et mettre en place des stratégies de compensation.

Dans cette partie, cinq dispositifs externes de perturbations seront évoqués, à savoir le bite-block, le lip-tube et le *palais artificiel,* ainsi qu'un dispositif dynamique qui vient perturber les déplacements de la mandibule, et l'écarteur de lèvres.

II.1.2.1 Bite-block

La méthode de perturbation par bite-block a fréquemment été utilisée pour perturber la production de la parole normale, et clarifier les débats historiques sur les théories défendant la nature plutôt articulatoire / orosensorielle ou plutôt acoustique / perceptive à des fins motrices de la parole (Stevens, 1972, 1989, 2010 ; versus Liberman *et al.*, 1967, Liberman et Mattingly, 1985, Mattingly et Liberman, 1988 ; versus Fowler 1986, 1996 et Galantucci *et al.*, 2006). Il est considéré comme un moyen semi-invasif par rapport à la perturbation par changement de la vitesse d'élocution qui, elle, reste tout à fait naturelle. Le bite-block se rapproche toutefois d'une production relativement naturelle, à savoir le *pipe-speech* puisque le procédé consiste à bloquer la mâchoire à l'aide d'un dispositif léger placé entre les molaires, qui permet, en mordant dessus, de bloquer les mouvements de la mâchoire inférieure. Ce procédé reproduit en quelque sorte la parole des fumeurs de pipe (*pipe-speech*) qui, lorsqu'ils ont la pipe dans la bouche, voient le déplacement de leur mandibule limité.

La production de la parole à partir de l'emploi du dispositif bite-block a fait l'objet de plusieurs études ; citons celles de (Lindblom et *al.* (1977) ; Lindblom et *al.* (1979) ; Fowler & Turvey, (1980) ; Kelso & Tuller, (1983)). Principalement, ces études montrent que les sujets utilisant un bite-block de 22mm lors de la production de la parole sont capables de réadapter, dans un laps de temps réduit, les mouvements des articulateurs mobiles (la langue et les lèvres), permettant ainsi de réajuster leur parole à de nouvelles configurations du tractus vocal, indispensables pour la réalisation des segments phonétiques, à savoir : le resserrement, la constriction et l'occlusion. Nous présentons dans ci-dessous (*cf.Tableau 2*), ci-dessous, quelques recherches ayant eu recours à ce dispositif.

Tableau 2 : Insertion d'un bite-block

Auteur(s) et protocole expérimental	**Problématique étudiée**	**Effets et rationalisation des résultats**
Lindblom & Sundberg (1971) Parole produite avec et sans bite-block et données acoustiques	Valeurs des trois premiers formants des voyelles et durées segmentales de l'anglais américain	Modifications des trois premiers formants, et particulièrement F1 (± l'aperture). Les segments vocaliques et consonantiques, ne révèlent globalement pas de spécificités liées à la perturbation. La

		compensation serait immédiate (mais incomplète) et sans recours à une longue phase d'ajustement
Baum & Mcfarland (1997) Parole produite avec et sans bite-block et données acoustiques	Corpus du français canadien comportant les voyelles [i, a, u] et les consonnes [p, t, k, s] produites deux fois, à 15 minutes d'intervalle	Première série : une réduction des valeurs des occlusives, une augmentation de la durée du bruit de friction du [s] et une élévation des valeurs formantiques, due probablement à l'élargissement de la cavité antérieure Seconde série (15 minutes après) : les divergences relevées ont tendance à disparaître graduellement. Un réajustement immédiat a bien lieu, sauf que ce dernier demeure incomplet, dans la mesure où les stratégies de compensation se développent avec le temps
Lindblom, et *al.* (1979) Bite-block et données radiologiques	Durée des segments vocaliques, structures formantiques et configurations du conduit vocal	La structure formantique des segments vocaliques produits avec bite-block est proportionnellement semblable à celle des segments vocaliques en production normale La disposition du tractus vocal est considérablement transformée à cause du blocage de la mandibule
Gay, Lindblom, & Lubker, (1981) Bite-block et données radiologiques	Production de voyelles et configurations du conduit vocal	Des écarts non compensés par rapport aux aménagements des articulateurs lors de la production de la parole normale se produisent quand l'espace du conduit vocal est plus important Un réajustement total aux points de constriction maximale

		Atteinte mécanique de la cible perceptive grâce à la réalisation, malgré les perturbations, de la constriction maximale (zone critique) qui serait alors l'indication sensorielle indispensable
Clairet (2004) Bite-block et palatographie électronique	Production d'occlusives du français et gestes des locuteurs	Des compensations ont été développées suite à l'installation du bite-block Chaque locuteur a tenté de développer des ajustements distincts sur le plan qualitatif : ce qui entrainait une diminution ou un renforcement des électrodes contactées ce qui variait selon les locuteurs Une variabilité inter-locuteurs considérable

Pour résumer, on voit que la technique du bite-block perturbe comme attendu la production de la parole ; elle permet de révéler les stratégies de compensation employées par le locuteur, dès le début de la perturbation, et d'étudier les réajustements produits qui peuvent, dans certains cas, conduire le locuteur à atteindre des cibles acoustiques de départ ou comparables à celles de productions d'une parole non-perturbée. En plus du blocage de la mandibule, d'autres moyens peuvent aussi perturber de façon non naturelle la mobilité des lèvres à l'aide, par exemple, d'un tube labial ou lip-tube (*cf.* II.1.2.2).

II.1.2.2 Lip-tube ou tube labial

Le principe d'utilisation de la technique du *lip-tube* et du *bite-block* est pratiquement similaire. En effet, la méthode du *lip-tube* consiste à placer un tube entre les lèvres du locuteur. Ceci perturbe et empêche la mobilité labiale, notamment dans l'axe vertical. En fonction du diamètre du tube, l'ouverture labiale est plus étendue que celle naturellement nécessaire pour la production de la voyelle choisie. Voici, ci-dessous (Tableau 3), une présentation synthétique d'un travail phare, effectué par Savariaux et *al.* (1995).

Tableau 3 **: Lip-tube ou tube labial**

Auteur(s) et protocole expérimental	**Problématique étudiée**	**Effets et rationalisation des résultats**
Savariaux, et *al.,* (1995) Insertion entre les lèvres d'un tube en plexiglas d'une taille de 20 mm Des essais d'ajustement avec un retour auditif Données acoustiques	Production de la voyelle [u] par des locuteurs natifs de langue française Formants 1 et 2 du [u]	Les locuteurs n'ont pas tous développé les mêmes stratégies de compensation Un des locuteurs adoptait une stratégie de compensation de manière complètement efficiente et arrivait à maintenir la structure formantique des deux premiers formants dans l'aire des productions sans perturbation Mise en évidence du concept de variabilité inter-locuteur lorsqu'il s'agit de compensation articulatoire Une réorganisation globale du *timing* des articulateurs, ce qui proviendrait de l'aptitude de chaque locuteur à retravailler la corrélation articulatori-acoustique déjà enregistrée dans leur mémoire et déjà expérimentée

Placer un tube labial qui entrave les lèvres du locuteur est considéré comme une perturbation du système production de la parole qui permet l'élaboration de stratégies de compensations novatrices. Malgré la perturbation, ce dispositif externe ne présente pas une contrainte pour le locuteur, puisque ce denier arrive quand même à déployer de nouvelles stratégies quelle que soit la difficulté dans la réalisation du segment produit, tout en préservant les caractéristiques typiques de ce dernier. En effet, un locuteur peut bien produire des sons qui nécessitent un arrondissement et une projection des lèvres malgré la perturbation.

II.1.2.3 Palais artificiel

Il existe d'autres moyens de perturber le système de production de la parole. Un autre moyen de perturber la production de la parole consiste à mettre un palais artificiel au niveau de la partie alvéolaire de la cavité orale, et d'évaluer ainsi l'aptitude du locuteur à prononcer des sons au niveau de cette région. La dimension du palais peut être modifiée si on souhaite perturber davantage les gestes linguaux, en augmentant l'épaisseur du palais. L'objectif est de mesurer les réajustements maximaux qu'un locuteur peut atteindre, avec l'ajout du palais artificiel. Ce procédé de perturbation présente une réduction des déplacements de la langue pour la réalisation des segments qui requièrent une constriction ou une occlusion dans la zone alvéolaire.

L'insertion d'un palais artificiel engendre diverses perturbations : il perturbe le déplacement de la mandibule, abaisse sensiblement les fréquences centroïdes de la fricative [s] par exemple, et enfin présente un obstacle pour la réalisation des fricatives alvéolaires, puisque la capacité de réaliser la constriction adéquate est réduite.

Le Tableau 4, ci-dessous, donne une présentation synthétique de quelques travaux d'auteurs ayant utilisés ce dispositif.

Tableau 4 : **Palais artificiel**

Auteur(s) et protocole expérimental	**Problématique étudiée**	**Effets et rationalisation des résultats**
Baum & Mcfarland, (1997 ; 2000) ; Asland et *al.* (2006) Palais artificiel et données acoustiques et électropalatographiques	Réalisation de la séquence VCV (logatome [asa]) et mesurer l'adaptabilité du locuteur suite à la mise en place du palais artificiel	Après environ 1 h de temps, les mesures constatées avec l'emplacement du palais artificiel sont semblables à celles relevées avant l'ajout du palais artificiel Les locuteurs ont la capacité de réajuster leurs gestes articulatoires malgré l'ajout du palais artificiel

Thibeault (2011) Palais artificiel mince et palais artificiel épais Données acoustiques et électropalatographiques	Réalisation de séquences VCV (logatomes [asa], [asˇa], [ata] et [aka])	Les mouvements articulatoires étaient fortement influencés par l'épaisseur du palais, mais un minimum d'effet sur l'acoustique Les mesures acoustiques retenues n'étaient probablement pas assez sensibles pour capturer la différence d'effets entre palais artificiel mince et épais La perturbation par ajout d'un palais artificiel induit une adaptation qui reflète un mécanisme de re-paramétrage global en réponse à cette perturbation
Brunner *et al.* (2006) Palais artificiel et données acoustiques et électropalatographiques	Réalisation de séquences VCV (logatome [asa]) Des sujets suivis durant une quinzaine de jours	Les réajustements déployés par chaque sujet s'améliorent progressivement Présence de rapports limités entre la configuration du tractus vocal et le contrôle au niveau perceptif

L'originalité de la perturbation avec mise en place d'un palais artificiel réside dans le fait que cette perturbation engendre des réajustements que chaque locuteur peut déployer, et nous permet ainsi d'évaluer ces réajustements progressivement, d'une façon longitudinale.

Le système de production de la parole supporte donc plusieurs perturbations artificielles, vu que les travaux sur les perturbations statiques par *bite-block*, *lip-tube*, *palais artificiel* montrent que la réalisation des productions entravées par un dispositif externe ou semi invasif peut, dans certains cas, demeurer comparable aux productions de ces mêmes locuteurs avant la mise en place du dispositif de perturbation ; tout est donc une question d'adaptabilité. Si un nombre important d'auteurs avancent que les réajustements se réalisent grâce au *feedback* auditif, il importe de souligner que les avis sur la question divergent dans la littérature, les

facteurs haptiques ou proprioceptifs pouvant jouer un rôle prépondérant dans le développement de mécanismes compensatoires.

II.1.2.4 Perturbation dynamique

Signalons que la perturbation de la parole peut aussi se faire de manière dynamique. Nous présentons dans le tableau, ci-dessous, deux résultats relatifs à ce type de perturbation.

Tableau 5 : Perturbation dynamique

Auteur(s) et protocole expérimental	**Problématique étudiée**	**Effets et rationalisation des résultats**
Kelso *et al* (1984) Application d'une masse à la mandibule Données cinématiques	Production de séquences /babababa/ Activation aléatoire par l'expérimentateur de la masse sans que le locuteur en soit averti	Existence de réajustements fonctionnels et flexibles Les réactions compensatoires ne seraient pas fixes mais ajustées à l'action motrice en cours de réalisation L'étude conclut que la cible serait plutôt articulatoire
Boissière et *al.* (2009) Application d'une masse à la mandibule Données cinématiques	Etudier la rigidité du mécanisme de la mâchoire, à savoir l'aptitude maximale que la mandibule peut supporter, ou pas, des altérations en terme d'élasticité Productions non-verbales	Lors des phases d'élévation mandibulaire, la mâchoire est de plus en plus raide et la variabilité du mouvement est réduite Lorsque la mâchoire est moins raide, la variabilité cinétique est omniprésente Les résultats de ce modèle sont plutôt adaptés à des applications non verbales qui ne peuvent pas toujours renseigner sur la production de la parole

Ces travaux montrent que finalement chaque locuteur a la capacité de s'ajuster tout en accentuant l'activité musculaire, quel que soit le type de perturbation de la parole, que celle-ci soit statique ou dynamique.

II.1.2.5 Écarteur de lèvres

L'écarteur de lèvres est considéré comme un dispositif de perturbation externe qui peut perturber le mouvement de la mâchoire et des lèvres d'une manière dynamique. Globalement, cela consiste à essayer de « parler sans lèvres ». Ce dispositif peut être utilisé à des fins ludiques. La marque Hasbro a dernièrement créé un jeu de société connu sous le nom de « Mâche Mots ». En effet, lors du port de cet instrument, les mouvements des lèvres sont rendus impossibles. L'étude de King et al. (2018) peut être édifiante sur ce moyen de perturber la production de la parole. Leurs résultats sont présentés dans le Tableau 6, ci-dessous.

Tableau 6 : Écarteur de lèvres

Auteur(s) et protocole expérimental	**Problématique étudiée**	**Effets et rationalisation des résultats**
King *et al.,* (2018) Utilisation d'un écarteur de lèvres. Un accéléromètre pour apprécier la dynamique de la mâchoire et échographie linguale. Données cinématiques, articulatoires et acoustiques	Perturber le mouvement de la mâchoire et des lèvres d'une manière dynamique lors de la production de la voyelle [u]	Les données échographiques ont montré une contraction linguale lors de la réalisation de répétitions de voyelles [u] Ce résultat n'était pas décelable dans les données acoustiques correspondantes Cette étude montre ainsi les limites d'une analyse exclusivement acoustique de la parole perturbée

Au total, on voit que perturber la parole normale avec des dispositifs externes ou semi invasifs a suscité la curiosité de plusieurs chercheurs en phonétique générale et expérimentale. En effet, les perturbations non pathologiques permettent de donner de plus amples informations sur les limites physiques du système squeletto-moteur de chaque locuteur, et aussi sur les limites correspondantes aux caractéristiques de l'aspect phonologique d'une langue donnée.

De plus, ces différents travaux qui sont conduits dans le cadre du paradigme de la perturbation de la parole, attestent que les locuteurs sont capables de réagir instantanément à une perturbation, et que grâce au processus d'adaptation (Lindblom, 1986), les locuteurs

parviennent à déployer des stratégies de réajustement et à atteindre tout de même « *cibles* » phonétiques et phonologiques.

II.1.2 La perturbation d'ordre pathologique de la voix et de la parole

Après avoir exposé les perturbations non pathologiques de façon synthétique *supra*, nous présentons quelques perturbations d'ordre pathologique qui, à leur tour, se divisent en deux catégories : les pathologies du système dit central et les pathologies organiques du système dit périphérique. Les perturbations de la parole peuvent survenir suite à une pathologie, engendrant des répercussions importantes sur l'articulation de la parole, l'intelligibilité de façon particulière et la communication de façon générale. En effet, l'intelligibilité de la parole conditionne la réception du message linguistique. C'est un concept complexe qui dépend de plusieurs paramètres : le débit de production de la parole, les caractères prosodiques, l'environnement et la prédictibilité du message émis. Hustad (2008), définit l'intelligibilité comme étant le degré de précision d'un message acoustique du locuteur reconnu par l'auditeur. On distingue plusieurs types de perturbations d'ordre pathologique. Nous traiterons de quelques-unes dans ce qui suit, nous rapprochant graduellement de notre problématique de recherche.

II.1.2.1 Les pathologies de la voix et de la parole

Parmi les troubles moteurs de la parole, les dysarthries se définissent comme étant toutes des perturbations dans le contrôle neuromusculaire responsable d'un dysfonctionnement dans l'exécution de la parole. Suite à une lésion cérébrale ou périphérique, divers niveaux de production de la parole peuvent être affectés. La dysarthrie ne se limite donc pas aux seuls troubles de l'articulation (Brain, 1965). Nous proposons, ci-dessous Tableau 7, la classification des dysarthries selon Darley *et al.* (1969).

Tableau 7 : Classification des dysarthries (adapté de Darley *et al.,* 1969)

Type de dysarthries	**Trouble**	**Conséquences sur la voix et la parole**	**Causes**
Hyperkinétique	Système pyramidal	Inspirations et expirations brusques, changements d'intensité, arrêts vocaux. Altérations prosodiques majeurs, confusion articulatoire.	Maladies de Wilson, Huntington, TC, AVC, toxiques, Médicaments
Ataxique	Cervelet ou voies cérébelleuses	Perturbation articulatoires et prosodiques. Vitesse d'élocution variable, parole explosive, accentuée, hachée avec des pauses plus fréquentes et des segments longs	Atrophies cérébelleuses, ivresse aiguë, AVC cérébelleux, SEP...
Mixte	Atteinte du système nerveux central ou périphérique neurologique répandue (SLA).	Imprécision des segments consonantiques, nasalisation extrême, déficience prosodique et voix gutturale	SLA, SEP, TC, Atrophies multi systématisées.
Spastique ou pseudobulbaire	1er motoneurone faisceau pyramidal	Diminution de la vitesse d'élocution, indétermination des segments consonantiques, déformation des segments vocaliques, nasalisation extrême, et voix rauque.	AVC bilatéraux, cancer
Flasque	Nerfs périphériques, Jonction neuromusculaire, muscles	L'atteinte des niveaux de la parole (respiratoire, phonatoire, articulatoire) qui peuvent être troublés de façon particulière	Atteinte bulbaire, diphtérie, syndromes myasthéniques
Hypokinétique	Système extrapyramidal	Insuffisance prosodique et dynamique paroxystiques.	Maladie de Parkinson

Avec Duffy (2005), deux autres classes ont été ajoutées à la classification de départ (**Tableau 7**) : les dysarthries par atteinte unilatérale du premier neurone moteur et les dysarthries d'étiologie indéterminée.

Notons que dans le cas des paralysies faciales périphériques, les perturbations articulatoires relevées sont provoquées par une paralysie du grand et du petit zygomatique et aussi du risorius engendrant, au moment des productions des segments bilabiaux, un boursouflement et un ramollissement involontaire de la joue. L'articulation peut être affectée en cas d'atteinte du nerf hypoglosse, suite à une hémi-atrophie de la langue, ce qui perturbe la production des segments sollicitant la fréquence de la pointe de la langue.

On peut citer brièvement ici, parmi les pathologies de la parole, le cas des fentes palatines et labio-palatines. Les fentes palatines et labio-palatines sont des déformations qui se dévoilent vers la 6e semaine de grossesse, lors de la fusion des deux côtés du palais. Ces fentes induisent, le plus souvent, des troubles au niveau de la production de la parole, avec des perturbations qui sont plus ou moins prononcées en fonction de la gravité de la pathologie, même si les sujets sont opérés à un âge précoce (Thibault, 1999). Suite à la multiplicité des anomalies des fentes, il existe plusieurs classifications anatomiques des fentes, celles-ci varient selon les auteurs suite à l'allotropie clinique des anomalies. Parmi les classifications les plus communes, on signalera les classifications de Veau, (1931), de Kernahan, (1971), de Schwartz *et al.*, (1993). Pour plus de détails concernant cette pathologie, se référer à la thèse de (Bechet, 2011).

Il existe d'autres pathologies d'origine organique qui peuvent engendrer des troubles vocaux. Parmi ces pathologies, on peut citer les dysphonies. La dysphonie est définie selon Le Huche & Allali (2010 : 47) comme étant « *un trouble momentané ou durable de la fonction vocale ressenti comme tel par le sujet lui-même ou son entourage* ». Les dysphonies se divisent en trois grandes catégories : les dysphonies dysfonctionnelles, dysphonies d'origine organique et les dysphonies d'origine neurologique.

Selon les travaux de Le Huche et Allali (2009), les dysphonies dysfonctionnelles découlent de l'emploi d'un mauvais geste vocal ; généralement le résultat d'un cercle vicieux de forçage vocal, couplé ou non à une atteinte organique. Elles peuvent s'empirer, entre-temps, par l'apparition d'un nodule, un œdème, ou d'un polype laryngé.

En ce qui concerne les dysphonies d'origine organique, elles engendrent forcement des changements anatomiques au niveau du larynx, ces modifications étant liées à des perturbations vocales dues à un cancer ou à la présence d'un kyste. Les dysphonies organiques sont nombreuses, nous en citons quelques-unes *infra* :

- la dysphonie et laryngites : ce type de dysphonie peut provoquer une perturbation graduelle de la voix jusqu'à une aphonie totale. Notons que la laryngite chronique est comme une atteinte d'ordre inflammatoire ressemblant à une agression irritative provoquée par l'abus de consommation des additifs (tabac, alcool) et d'une mauvaise utilisation des plis vocaux.

La complexité avec le fonctionnel est toujours présente. Dans ce cas, on distingue :

- la dysphonie et défaut de mobilité des plis vocaux : l'anomalie de mobilité des plis vocaux est le plus souvent due à une atteinte du nerf récurrent (X), qui s'observe généralement à la suite d'une atteinte traumatique, de la contraction du nerf ou d'une névrite.

- la dysphonie et laryngectomies partielles : la plupart des laryngectomies partielles résultent d'une lésion cancéreuse du larynx ; on en observe cependant quelques-unes dans des traumatismes laryngés importants.

Il existe d'autres dysphonies qui sont en rapport avec un problème congénital de l'organisation laryngée, avec une perturbation métabolique ou endocrinienne, ou encore avec une dégradation organique extra-laryngée. Il existe aussi la dysphonie spasmodique dont la cause est encore inconnue, et les dysphonies d'origine psychogène. Enfin, les dysphonies d'origine neurologique correspondent à une altération au niveau du système nerveux central, associée à un dysfonctionnement des mécanismes liés au processus de la phonation. Selon Dinville (1993), les atteintes du système nerveux peuvent provoquer des dégradations de la voix, généralement combinées à celles de la parole.

Ayant exposé ces quelques exemples de pathologies de la voix et de la parole, plus ou moins en lien avec notre problématique de recherche sur la production de la parole chez le patient glossectomisé, nous proposons dans ce qui suit des éléments relatifs aux troubles carcinologiques du conduit vocal.

II.1.2.2 Les troubles carcinologiques de la tête et du cou

Selon les travaux de Binder-Foucard *et al.* (2013), pour les cancers de la cavité orale et de l'oropharynx, l'incidence standardisée était de 16,1 chez l'homme et de 5,6 chez la femme. Avec 3 192 décès, dont 77 % chez l'homme, ces cancers se situaient au 11ème rang des décès parmi les 19 localisations examinées. Les taux de mortalité standardisés étaient de 4,7 chez l'homme et de 1,0 chez la femme.

De nombreuses localisations carcinologiques de la sphère ORL produisent des perturbations de la parole. La langue est considérée comme la localisation cancéreuse la plus répandue au niveau de la cavité orale ; elle représente environ 50% des cas. La thérapie principale de ce genre de cancer est la chirurgie, qui consiste à enlever une partie ou la totalité de la langue, et ce suivant le site et la taille de la tumeur. Les exérèses les plus souvent réalisées sont les glossectomies partielles ou totales, les pelviglossectomies, les pelvi-glosso-mandibulectomies, les mandibulectomies. Ces dernières peuvent être interruptrices ou non-interruptrice. Dans le cas où la tumeur se situe au niveau du palais, l'exérèse chirurgicale est suivie de l'insertion d'une prothèse palatine. Selon certains travaux (Benadiba, 2004), les cancers de l'oropharynx englobent la localisation tumorale des régions suivantes : l'amygdale palatine, le voile du palais, et la paroi pharyngée postérieure. Les traitements chirurgicaux principaux suivant les localisations peuvent être une amygdalectomie, une oropharyngectomie, une bucco-pharyngectomie par voie trans-mandibulaire (BPTM).

Selon la taille de l'exérèse carcinologique, une reconstruction par lambeau libre ou local peut être greffée à la langue résiduelle. Ces exérèses peuvent être complétées par un traitement subséquent. La décision de prescrire un traitement complémentaire post-chirurgical (radiothérapie ou radio-chimiothérapie) s'effectue après les résultats d'analyses des marges saines, et se discute lors d'une réunion de concertation pluridisciplinaire. Selon Milbeo *et al.*, (2008). Ces traitements peuvent avoir des effets secondaires précoces ou tardifs tels que la fibrose, la xérostomie, trismus, etc. (*cf.* Chapitre III) qui engendrent de fortes dépréciations sur la déglutition et la production de la parole.

Notre travail de thèse se focalisant principalement sur la production de la parole après une résection carcinologique linguale, nous présentons plus en détail l'anatomie et la morphologie de la langue, les traitements et les réhabilitations relevant de cette pathologie, et les principaux travaux sur la glossectomie dans les chapitres qui suivent.

Conclusion chapitre II

L'étude des diverses perturbations que le système de production-perception de la parole peut encourir a permis de mettre au jour les éventuelles stratégies de compensation ou de réajustement que le locuteur est capable de déployer.

Il existe plusieurs façons (écologiques ou non écologiques) de perturber le système de production-perception de la parole à différents niveaux. Généralement, dans la plupart des cas, les perturbations peuvent être circonscrites, et de ce fait le locuteur fait en sorte que le message linguistique reste globalement assuré, étant donné que le système de production dispose de capacités à s'ajuster afin de surpasser toute perturbation non-extrême.

Les diverses stratégies mises en place par chaque locuteur témoignent de la plasticité du système de production et de perception de la parole. Ces stratégies contribuent principalement à la préservation du message linguistique émis. Le locuteur arrive, malgré la pathologie, à atteindre la cible perceptive « canonique », où les productions ne sont pas remarquablement perturbées, même si la force perturbatrice est assez importante. De tels résultats montrent que la notion de cible serait à concevoir en termes de zones de viabilité. À travers nos expérimentations (*cf.* Partie 3) sur des données obtenues auprès de patients glossectomisés, nous essayerons de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse principale.

Étant donné que notre travail est basé sur des productions de sujets pathologiques, nous avons présenté un résumé des pathologies d'origine organique qui peuvent affecter la voix et la parole.

Résumé chapitre III

Ce chapitre évoque les principaux éléments constituant l'anatomie de la langue en tant qu'organe central et complexe de la cavité buccale, jouant un rôle majeur en production de la parole. Il s'agit dans un premier temps de proposer une description des propriétés anatomo-physiologiques de la langue. La composition (17 muscles, une innervation assez riche), les rôles et les fonctions de la langue en tant qu'articulateur vital sont également abordés. Dans un second temps, une attention particulière est accordée à l'épidémiologie des cancers de la cavité buccale en général et de la langue en particulier, les types d'exérèse carcinologique, la classification TNM (*Tumor, Node, Metastasis*), les différentes possibilités de reconstruction (lambeau libre, local), les traitements et conséquences sur le plan psychosocial (prises en charge psychologique), mais aussi en termes de perturbations et réajustements (stratégies de compensations et réhabilitations) sur la production de la parole (prises en charge orthophoniques), la qualité de vie du patient en général.

Ce chapitre nous permettra de comprendre l'anatomie linguale d'un point de vue physique et fonctionnel, et d'établir le lien avec le chapitre suivant (IV) qui consiste en une revue et une analyse de la littérature des répercussions d'une glossectomie partielle ou totale sur la production de la parole, les stratégies compensatoires et les répercussions sur la qualité de vie et la parole du patient.

III. Anatomie de la langue et morphologie

Nous nous sommes focalisée, dans le premier chapitre, sur les grands courants théoriques de la production et de la perception de la parole. Notre travail de recherche repose principalement sur des sujets pathologiques présentant un carcinome épidermoïde localisé dans le système supraglottique de production de la parole, et notamment dans la cavité buccale. Il nous semble donc indispensable de nous attarder sur l'anatomie, la physiologie et les pathologies de la langue. Dans ce chapitre nous présenterons une description anatomo-physiologique primordiale pour la compréhension de l'importance de la langue dans le système de production de la parole.

Située dans la cavité buccale, la langue est un organe intervenant dans la mastication et la déglutition. Elle contribue à la reconnaissance des aliments et au goût grâce aux 3 000 papilles gustatives qui la recouvrent. La langue est l'*articulateur* le plus important de la production de la parole ; elle façonne les sons et en cas d'ablation, la production et l'intelligibilité de la parole deviennent très problématiques (Savariaux *et al.,* 2000). La langue est l'organe central de la cavité orale. Elle occupe la partie médiane du plancher (Rouvière *et al.,* 2002). La cavité orale, ou communément appelée cavité buccale, est délimitée par le palais osseux et le plancher buccal, sur les côtés par les joues, en arrière par le pharynx et sur le devant fermée par les lèvres (*cf.*Annexe partie 1)

III.1 Morphologie linguale

La langue est un organe constitué de 17 muscles intrinsèques et extrinsèques, extrêmement vascularisés et recouverts d'une muqueuse. Elle communique avec la voûte palatine *via* sa face dorsale, avec les alvéoles par sa pointe, avec les arcades dentaires par ses bords, avec la zone pharyngienne *via* le segment vertical de son corps et dont elle fait partiellement partie. La langue se compose de deux parties dont une partie très mobile et une partie moins mobile :
le *corps de la langue* est la partie visible de la langue et très mobile, et la *racine de la langue*, donc la partie moins mobile, attachée à l'os hyoïde et à la mandibule.

III.1.1 La partie libre : la langue mobile

La partie mobile comporte à son tour deux segments :
Le premier segment représente le *segment buccal horizontal* et le *segment pharyngien vertical* dissociés par une ligne de papilles créant un « V » ouvert vers l'avant, connu sous la nomination de V linguale (Rouvière *et al.,* 2002). Le segment buccal inclut deux faces (la face dorsale et la face

ventrale), deux bords (les bords latéraux et l'apex). Le segment pharyngien constitue le continuum du segment buccal. L'extrémité du segment pharyngien est liée à l'épiglotte.

III.1.2 La partie moins mobile : la racine de la langue

Caractérisée par sa largeur et son épaisseur, la racine de la langue est une partie musculaire fixée à l'os hyoïde et la mandibule. Elle est conçue de plusieurs muscles que nous décrivons plus en détail plus bas. Elle est formée par des muscles génioglosses, hyoglosses et longitudinaux inférieurs. En remontant à la partie mobile, ces muscles font le continuum dans la masse musculaire. Cette dernières est rattachée à l'os hyoïde et la mandibule par le muscle géniohyoïdien (Gaudy *et al.*, 1993). La racine de la langue se caractérise par sa largeur et son épaisseur, elle se fixe sur l'os hyoïde et sur la mandibule

III.2 Structures et propriétés de la langue

Selon les descriptions de l'anatomie humaine, la structure de la langue comporte un squelette ostéo fibreux, une muqueuse ainsi qu'une musculature complexe fixée sur les structures osseuses avoisinantes. Pour (Rivière *et al.*, 2002) la variété de ces points de fixation rend compte de la mobilité de la langue.

III.2.2 La muqueuse

La muqueuse linguale est formée d'un épithélium pavimenteux, stratifié non-kératinisé, associé à un chorion sous-jacent (Prades *et a*l., 2004). Elle recouvre totalement la masse linguale. Elle se caractérise surtout par des papilles linguales filiformes, fungiformes et caliciformes, et foliées présentes sur sa surface (Le Huche *et al.*, 2001). Sous la muqueuse, on trouve des faisceaux musculaires striés squelettiques, disposés perpendiculairement les uns par rapport aux autres dans les trois directions orthogonales. Elle s'épaissit dans sa partie médiane pour former une nappe fibreuse qui se termine par les muscles verticaux appelés fascia linguae (Le Huche *et al.,* 2001).

III.2.3 Le squelette ostéo-fibreux

Toute l'organisation de la musculature de la langue tourne autour du squelette ostéo fibreux. Ce dernier est situé dans les profondeurs de la langue incluant l'os hyoïde, la membrane hyoglossienne, ainsi que le septum lingual. L'*os hyoïde* est une structure isolée de la structure squelettique humaine. Il est fixé par des ligaments et des muscles. Il a une forme de fer à cheval ouvert vers l'arrière. Il est relié à la langue et à la mandibule et aussi aux larynx et joue un rôle

central en production de la parole (Vaxelaire & Sock, 2007), grâce à un système complexe de muscles et de ligaments.

La *membrane hyoglossienne* correspond à une lame verticale et fibreuse tirée entre les petites cornes de l'os hyoïde, et se fixe sur le corps de ce dernier. Le *septum lingual* est une lame fibreuse, médiane, falciforme. Il se fixe sur le bord supérieur de l'os hyoïde et à la partie moyenne de la membrane hyoglossienne, tout en progressant vers la pointe de la langue (*cf.* Figure 5).

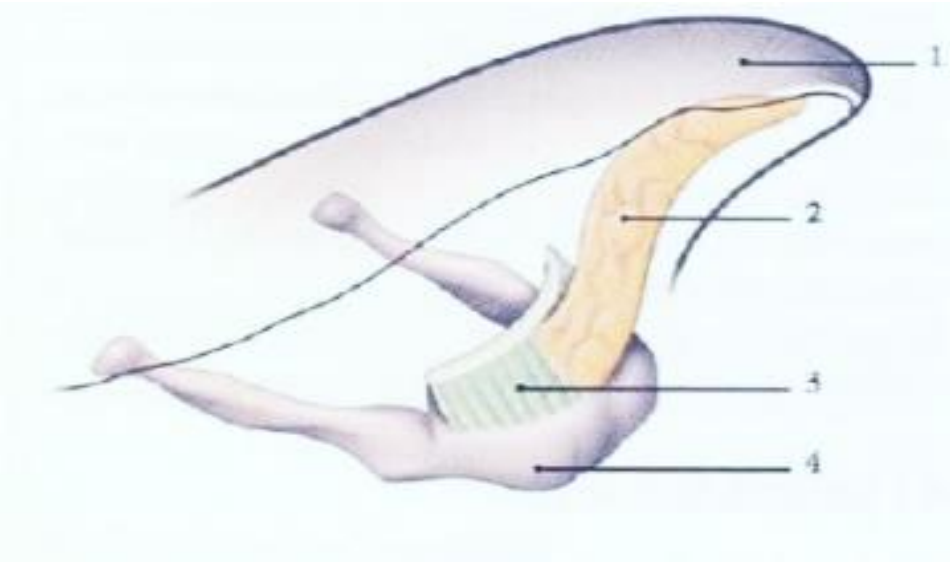


Figure 5 : Septum linguale schématisé.
Légendes de la figure 4 : 1. Langue 2. Septum lingual 3. Membrane hyo-glossienne 4. Os hyoïde (de Grégoire, R. Précis d'anatomie, 1928).

III.2.4 Les muscles linguaux

Au niveau de la langue, on dénombre dix-sept muscles dont un impair médian et huit pairs. Ils ne sont pas dissécables, ils sont entremêlés les uns aux autres ; on peut ainsi considérer la langue comme un seul muscle. On distingue les muscles intrinsèques et les muscles extrinsèques (fixation sur l'os hyoïde, la mandibule, le processus styloïde).

La langue possède 3 actions principales :

- l'abaissement ;

- l'attraction ;

-et la rétropulsion.

La description des muscles linguaux *infra* est principalement tirée des travaux de (Vacher *et al.,* 2004) et précisément de leur livre « Précis d'anatomie Tome 1 : Membres - Crâne - Tronc - Tête et cou ».

III.2.4.1 Muscles intrinsèques

Le muscle longitudinal supérieur

Sous adjacent à la muqueuse dorsale de la langue, ce muscle est une lame mince. Il s'insère par trois faisceaux : deux latéraux qui s'attachent aux petites cornes de l'os hyoïde et un médian qui a pour origine l'épiglotte et le pli glosso-épiglottique médian. Ce muscle effectue deux rôles principaux : la rétraction et l'élévation de l'apex lingual ; il relève également l'épiglotte.

Le muscle longitudinal inférieur

C'est un faisceau tout fin, charnu décrivant une courbe à concavité tournée en avant et en bas, et qui passe entre les muscles génio-glosse et hyo-glosse pour aller de la petite corne de l'os hyoïde à la pointe de la langue. Par sa contraction, la pointe de la langue va s'abaisser et se rétracter.

Le muscle transversal de la langue

Ce muscle est formé de fibres qu'on ne peut percevoir qu'à travers une coupe frontale. Il s'étend de la face latérale de la langue jusqu'au septum lingual. La contraction de ces fibres rétrécit la langue et, en conséquence, l'arrondie et l'allonge.

Le muscle amygdalo-glosse

Connu comme étant le muscle constricteur supérieur du pharynx, c'est un mince faisceau qui a été décrit comme naissant de la face médiale du fascia pharyngo-basilaire, au niveau de la tonsille palatine, et se portant en avant pour se perdre dans la base de la langue. Ce muscle a comme rôle d'élever la base de la langue (*cf.* Figure 6).



Figure 6 : Oropharynx : vue postérolatérale droite. (De Reyt, 2008).

III.2.4.2 Muscle Extrinsèque

Les muscles extrinsèques (génioglosse, hyoglosse, styloglosse et palato-glosse) prennent leurs origines en dehors de la langue et s'insèrent sur cette dernière. Ils contribuent surtout à mobiliser la langue, mais ils peuvent également en modifier sa forme (*cf.* Figure 7).

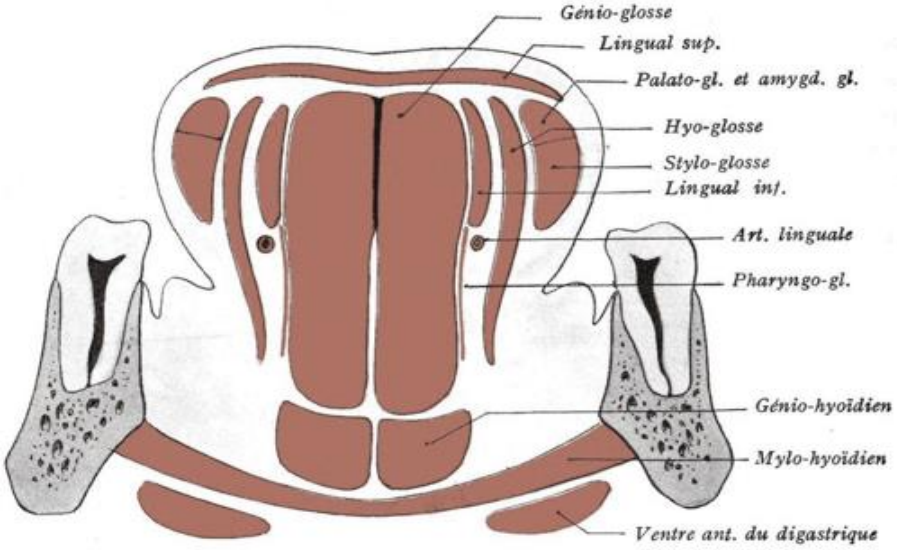


Figure 7 : Oropharynx : vue postérolatérale droite. (De Reyt, 2008).

Le muscle génioglosse

Représentant de l'ébauche antérieure de la langue et considéré comme étant le plus grand muscle de la langue, c'est un muscle pair étalé en éventail de chaque côté du septum lingual (Gaudy & Laison, 1993). Il est situé au-dessus du muscle génio-hyoïdien. Il naît par un petit tendon de l'épine mentonnière supérieure. Puis, les fibres charnues nées de ce tendon divergent : les fibres supérieures, décrivant des courbes à concavité antérieure, vont se fixer au chorion muqueux de la pointe de la langue ; les moyennes se portent en arrière vers la muqueuse dorsale et la membrane hyoglossienne. Enfin, les fibres inférieures obliques en bas et en arrière, se terminent au bord supérieur de l'os hyoïde.

Il arrive assez souvent que les deux muscles génioglosses entrecroisent quelques-unes de leurs fibres au-dessous du septum lingual.

Son rôle se résume à, quand le muscle se contracte, ramasser la langue contre le plancher buccal. Ses fibres antérieures, isolées, rétractent la pointe de la langue en bas et en arrière. Les autres attirent la langue et l'os hyoïde en haut et en avant.

Le muscle hyoglosse

Il forme une partie importante de l'ébauche postéro-latérale de la langue, il constitue la face latérale de la base de la langue. Il est né de la face supérieure de la grande corne, de la petite corne et de la partie de l'adjacent corps de l'os hyoïde.

À partir de là, les fibres charnues montent, formant une nappe quadrilatère, oblique en haut et en avant ; elles s'incurvent ensuite dedans pour aller se fixer en travers du muscle génio- glosse et du muscle stylo-glosse, au septum lingual. On distingue souvent dans le muscle trois faisceaux, selon que les fibres viennent de la grande corne, de la petite ou du corps de l'os : le cérato-glosse, le chondro-glosse et le basio-glosse.

L'action de ce muscle peut s'expliquer par le muscle hyo-glosse qui abaisse la langue et la tire en arrière.

Le muscle styloglosse

Venu du processus styloïde, c'est un muscle allongé qui par son faisceau principal, forme le relief du bord latéral de la langue.

Il naît de tout le bord antérieur du processus styloïde et de la partie initiale du ligament stylo-mandibulaire. De là part un faisceau charnu oblique en bas, en avant et un peu en dehors, qui bifurque à l'extrémité postérieure du bord latéral de la langue.

Le faisceau supérieur se porte en avant horizontalement, et forme la moitié latérale du dos de la langue, ainsi que le relief du bord. Ses fibres se jettent au fur et à mesure, en s'infléchissant dedans, sur le septum lingual, et les dernières vont, sagittalement, jusqu'à la pointe de la langue.

Le faisceau inférieur oblique un peu en bas pour s'intriquer avec les muscles hyo-glosse et longitudinal inférieur.

Le rôle de ce muscle se résume à supporter la langue en haut et en arrière, en même temps qu'il l'attire en dehors.

Le muscle palatoglosse

Il représente le plus petit muscle des muscles extrinsèque, il est né de la face inférieure du voile du palais (Kamina, 2002), dont il forme l'arc palatoglosse. Il descend du voile du palais, puis s'infléchit en avant pour se placer à la face dorsale de la langue, juste en avant de l'entrée des fibres du faisceau supérieur du muscle styloglosse.

Le rôle de ce muscle, « l'arc palatoglosse », est de rétrécir par sa contraction l'isthme du gosier. Muscle de la langue, il attire celle-ci en haut et en arrière.

Les trois autres muscles, longitudinal supérieur, longitudinal inférieur et transverse de la langue, peuvent être considérés comme des muscles intrinsèques (*cf.* Figure 8).

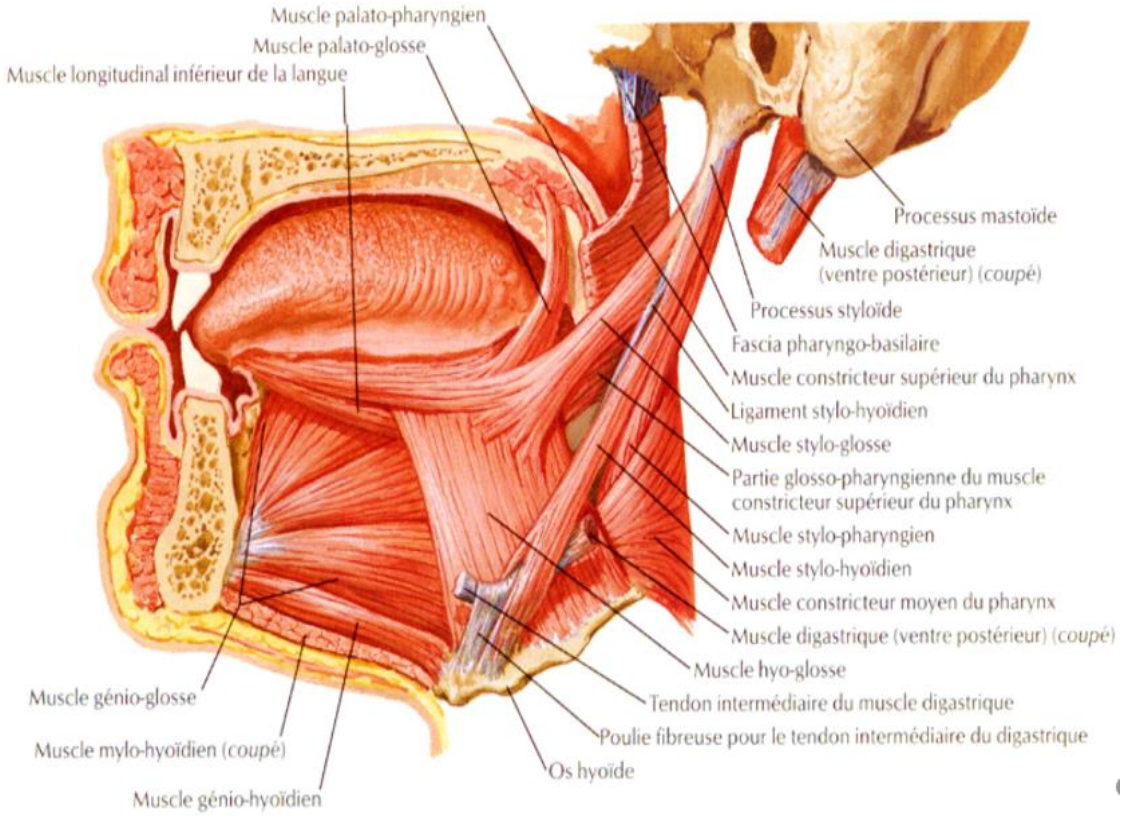


Figure 8 : Musculature linguale (Netter F.H., MD légendé, 2013, d'Atlas d'Anatomie Humaine)

III.3 Vascularisation linguale

La vascularisation artérielle de la langue découle de l'artère carotide externe. L'artère linguale est la troisième branche de la carotide externe. Elle apparait sur sa face antérieure, entre l'artère thyroïdienne supérieure et l'artère faciale. Il existe de diverses modifications anatomiques : on peut particulièrement observer la présence d'un tronc commun avec les artères faciale, thyroïdienne supérieure, maxillaire et plus rarement avec l'artère pharyngienne ascendante. Les veines linguales se jettent dans le tronc thyro-linguo-facial de Farabeuf qui se jette dans la veine jugulaire interne (Michael *et al.,* 1995).

III.3.1 Innervation linguale

À l'exception du muscle palatoglosse (qui est en réalité un muscle du palais innervé par le plexus pharyngien), tous les muscles de la langue reçoivent leur innervation motrice du nerf hypoglosse (XII). La sensibilité générale (toucher et température) de la muqueuse des deux tiers antérieurs de la langue est recueillie par le nerf lingual (V^{ème} paire crânienne). Hormis celle des papilles circumvallées, la sensibilité spéciale (goût) de cette partie de la langue est recueillie par la corde du tympan (branche issue du nerf facial, VIIème paire crânienne), (*cf.* Figure 9).

La corde du tympan se joint au nerf lingual et chemine vers l'avant au sein de sa gaine. La muqueuse du tiers postérieur de la langue, ainsi que les papilles circumvallées sont innervées par la branche linguale du nerf glosso-pharyngien (IX^{ème} paire crânienne). Quelques filets du nerf laryngé interne, une branche du nerf vague (X^{ème} paire crânienne), se distribuent à un petit territoire lingual situé juste en avant de l'épiglotte ; ils contiennent surtout des fibres de la sensibilité en générale, mais aussi quelques fibres gustatives. Ces nerfs, en majeure partie sensitifs, transportent également des fibres sécréto-motrices parasympathiques pour les glandes séreuses de la langue. D'autres fibres parasympathiques, provenant de la corde du tympan, accompagnent le nerf lingual en direction des glandes sub-mandibulaires et sublinguales. Leurs relais synaptiques se font au sein du ganglion sub-mandibulaire qui est suspendu au nerf lingual. L'innervation de la langue est triple, à la fois motrice, sensitive et sensorielle (Grégoire & Oberlin, 2004).

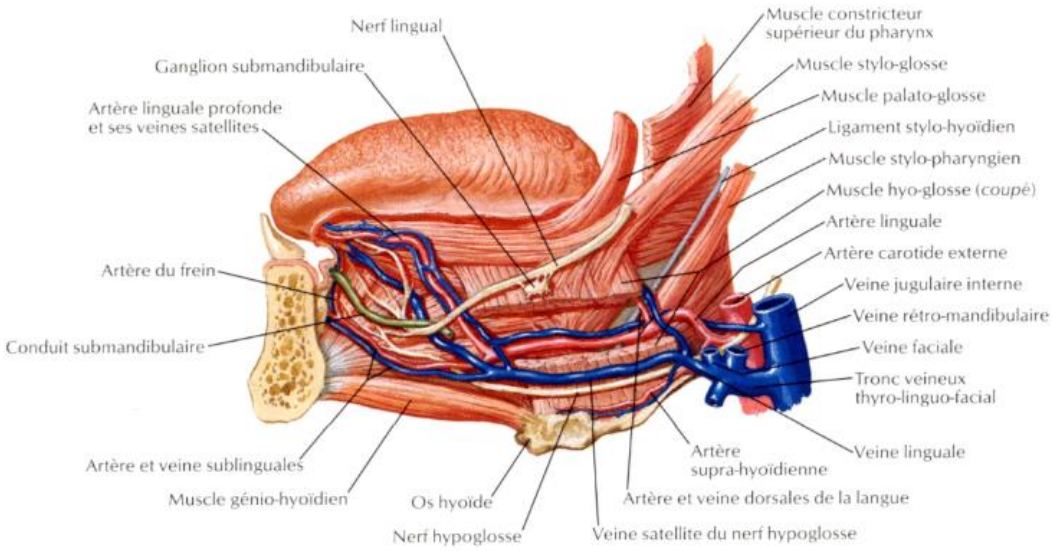


Figure 9 : Vascularisation linguale (Netter F.H., MD légendé, 2013, d'Atlas d'Anatomie Humaine)

L'innervation sensitive

Comme toute muqueuse, la surface de la langue est sensible aux stimuli mécaniques, au chaud, au froid (sensibilité thermo-algique), et à la douleur (nociception). (*cf.* Figure 10).

- Le nerf laryngé supérieur (branche du nerf vague) innerve l'extrémité postérieure de la langue et l'épiglotte.
- La base de la langue est innervée par le nerf glosso-pharyngien.
- Le nerf lingual innerve les 2/3 antérieurs de la langue.

L'innervation motrice

La langue possède des muscles intrinsèques (forme de la langue) et extrinsèques (position de la langue).

L'innervation motrice de la langue est assurée par :

- le nerf glosso-pharyngien pour l'innervation du muscle stylo-glosse ;
- le nerf hypoglosse pour l'innervation de tous les autres muscles de la langue.

L'innervation sensorielle

La langue est l'organe du goût .

- Le nerf glosso-pharyngien innerve le tiers postérieur de la langue.

- La corde du tympan innerve toute la portion moyenne et antérieure et ses fibres sont véhiculées par le nerf lingual.

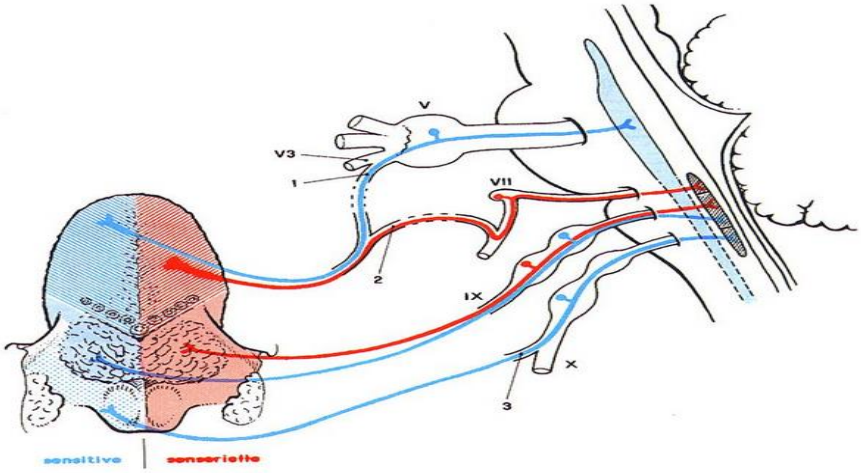


Figure 10 : Innervation sensitive et sensorielle de la langue (Atlas d'Anatomie Humaine Netter F.H., MD pp52-53, (2009)

III.4 Principaux rôles de la langue – Physiologie

Les principaux rôles de la langue sont la déglutition, la gustation et l'élocution.

III.4.1 Déglutition

La déglutition est le résultat de la coordination sensorielle, motrice et temporelle des différentes structures anatomiques bucco-pharyngées afin de faire cheminer le bol alimentaire dans la bouche œsophagienne (Crevier-Buchman, 2007).

Une fois le bol alimentaire en place sur le dos de la langue, la pointe va se placer sur la région antérieure de la muqueuse palatine pour le transporter vers le pharynx.

Une augmentation de pression intraorale va être réalisée grâce à la contraction des muscles des sangles jugales et labiales. Le péristaltisme lingual va aussi aider à propulser le bol alimentaire vers la base de la langue qui va par rétropulsion le repousser dans la bouche œsophagienne.

Les voies aériennes sont protégées lors de la déglutition par l'ascension du larynx, sa fermeture par l'épiglotte et la contracture des plis vocaux, ce qui constitue une triple barrière.

III.4.2 Gustation

Les récepteurs gustatifs se situent pour l'essentiel dans la muqueuse linguale, qui constitue simultanément un champ très riche de sensibilités tactiles, thermiques et algiques. Ils y sont groupés dans des « papilles » de quatre types (Rouvière *et al.*, 2002) :

1) Les papilles fungiformes : disséminées à la pointe et sur les deux tiers antérieurs de la surface linguale. Ces papilles donnent un aspect de champignon.

2) Les papilles filiformes : ce sont les papilles les plus diffuses, dont beaucoup n'ont pas de fonction gustative, mais une sensibilité tactile et elle donne un aspect velouté à la langue.

3) Les papilles coniques : ce sont les plus minuscules de toutes les papilles ; elles sont dissimulées au niveau de de l'épithélium.

4) Les papilles foliées : elles sont impliquées dans la perception gustative, localisées en avant du V lingual caliciformes volumineuses, situées dans la zone dorsale où elles forment, chez l'homme, le V lingual (Rouvière *et al.*, 2002).

III.4.3 Phonation

C'est le larynx qui est au centre des mécanismes de la production de la parole. Ce dernier est l'organe clé de la phonation. Ce sont en particulier, les plis vocaux qui sont à l'origine de la phonation et permettent la production des sons suite à la mise en vibration de leur bord libre. L'oscillation des plis vocaux est le résultat de l'association des forces mécaniques et aérodynamiques qui se forment au niveau du larynx, lors de l'expulsion de l'air provenant des poumons. La réalisation des différents sons de la parole est due aux vibrations laryngées et à la modulation provoquée par plusieurs résonateurs : 1) la cavité buccale dont la configuration est dirigée par le positionnement de la langue, de la mandibule et des lèvres ; et 2) la cavité nasale ou les fosses nasales dont le processus d'ouverture et de fermeture est régi par le vélum. Les perturbations de la production de la parole, suite à des modifications anatomiques des cavités de résonance, vont forcément entrainer des altérations au niveau de la réalisation des sons de la parole. Au niveau de la cavité buccale, la langue joue un rôle central dans l'articulation de la parole. En effet, les différentes formes et positionnements de la langue, associée aux configurations d'autres résonateurs et structures du conduit vocal, permettent la réalisation et la distinction des sons de la parole.

L'articulation des segments vocaliques et consonantiques est déterminée par le *lieu* et le *mode* d'*articulation*. La langue intervient non seulement au niveau du mode mais aussi au niveau du lieu d'articulation. Rappelons que le mode d'articulation correspond à la façon dont l'air provenant des poumons s'échappe du conduit vocal. Le mode peut être occlusif ou constrictif. La différence entre les consonnes occlusives et les consonnes constrictives est que la réalisation des

occlusives résulte de deux réalités physiques : à savoir un blocage de l'air à l'endroit de la fermeture de la cavité buccale, suivi d'un relâchement brusque de l'occlusion qui peut provoquer une explosion. Les constrictives sont définies, au cours de leur tenue, par un rétrécissement (constriction) des articulateurs sur le passage de l'air provoquant un bruit de friction

Le lieu d'articulation : correspond à l'endroit où les segments vocaliques et consonantiques sont articulés et à la disposition des organes de la cavité orale sollicitée. La forme de la langue et des lèvres déterminent le point d'articulation. Les consonnes sont habituellement réparties selon les lieux d'articulation suivants : les bilabiales, les labiodentales, les apico-alvéo-dentales, les dorso vélaires, etc. Parmi ces lieux d'articulation, certains segments sollicitent la langue plus que d'autres pour leurs réalisations. Nous présentons en annexe des croquis illustratifs des lieux d'articulation cités *supra* (*cf.* Annexe partie 1)

En ce qui concerne les voyelles, leur production est déterminée par ces quatre notions : l'aperture, le lieu d'articulation, la nasalité et la labialité.

Ayant exposé les principales notions de base relatives à l'anatomie et à la physiologie de la langue, nous proposons de présenter dans ce qui suit l'épidémiologie des cancers de la cavité buccale en général et de la langue en particulier, les types d'exérèse carcinologique, la classification TNM (*Tumor, Node, Metastasis*), les différentes possibilités de reconstruction (lambeau libre et local), les traitements et conséquences sur le plan psychosocial (prises en charge psychologique).

III.4 Les cancers de la langue épidémiologie : pathologie, traitement, conséquences et réhabilitation

Lorsque nous nous intéressons aux pathologies qui touchent la sphère ORL, il est indispensable de définir quelques concepts en cancérologie. Cela nous permettra de mieux comprendre les traitements des cancers de la langue et leurs répercussions fonctionnelles sur les patients. D'après l'organisation mondiale de la santé (l'OMS), le mot « cancer » est un terme générique qui réunit plusieurs centaines de maladies se distinguant par leurs proliférations anarchiques de cellules anormales qui peuvent affecter n'importe quelle partie du corps. De façon générale, le cancer se dévoile sous forme de masse ou de nodule dont la progression naturelle est de propagation rapide locale, et / ou régionale, et / ou à distance (par voie hétérogène ou

lymphatique), envahissant ainsi les organes avoisinants par contiguïté, ou les organes à distance par une dissémination hématogène ou lymphatique. Cette maladie constitue pratiquement la première cause de décès dans le monde.

Selon les travaux de De Camargo Cancela (2010) sur les cancers de la cavité buccale et de l'oropharynx dans le monde (incidence internationale), la localisation anatomique la plus rependue des cancers de la cavité buccale dans le monde était les 2 / 3 antérieurs de la langue (n=44 072 ; 41 %), suivie du plancher buccal et d'autres parties de la cavité orale, qui ont été attestées dans 21,1 % et 20,5 % des cas, respectivement.

À travers la répartition par continent et par macro-région (Asie et Europe), on peut distinguer sur la figure *infra* (*cf.* Figure 11), que les tumeurs des 2 / 3 antérieurs de la langue étaient les plus répondues dans le monde excepté le Sud de l'Asie Centrale. Dans cette région, les tumeurs des muqueuses orales ont représenté à 41 % du total des tumeurs de la cavité orale. Le pourcentage le plus haut de cancers du plancher buccal (31 %) a été constaté en Europe (Occidentale et Orientale).

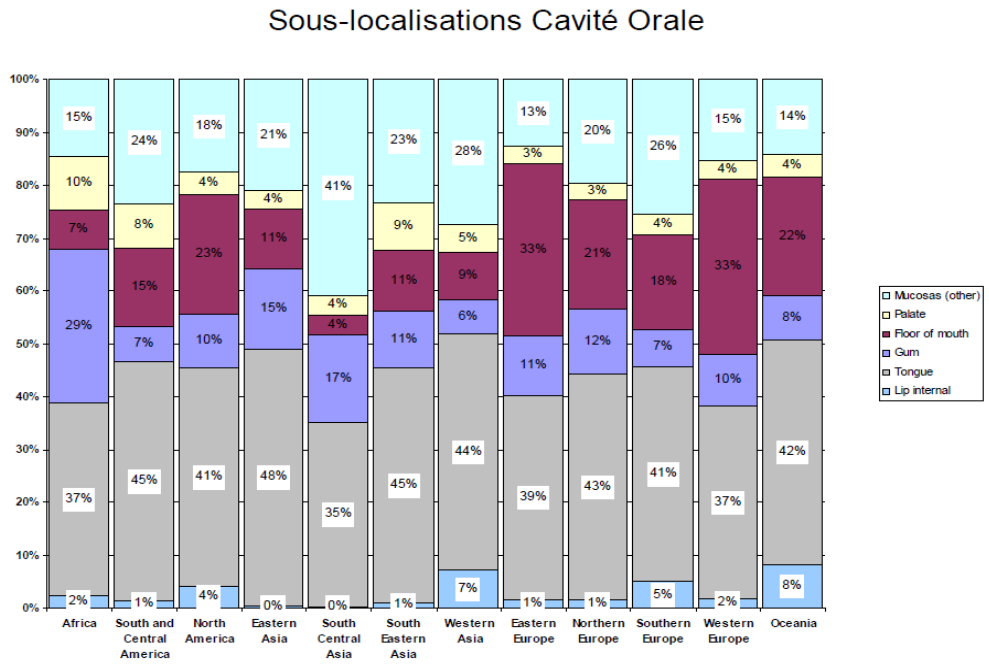


Figure 11 : Distribution des cancers de la cavité buccale selon les sous-localisations (de De Camargo Cancela, 2010)

III.4.1 Épidémiologie

Cette description a été tirée de l'article de l'encyclopedie medico chirurgicale (EMC). Les cancers de la cavité buccale ont un pronostic péjoratif en France, avec une survie à 5 ans à 43 % et une survie à 10 ans à 28 %. Ce taux est plus élevé en France par rapport aux autres pays d'Europe (Ligier 2017). En 2005, le nombre des cancers des voies aéro-digestives supérieures (VADS) était de 16 000 cas (Ligier, 2011), ce qui représente 7 % des cancers chez l'homme et 2,4 % des cancers chez la femme. Il s'agir du 4ème cancer chez l'homme et du 11ème chez la femme (Ligier, 2011). Les principaux facteurs de risque restent l'alcool et le tabac pour lesquels des mesures de prévention primaires peuvent être mise en place par les autorités sanitaires (Ligier EMC). D'autres facteurs de risque sont décrits comme un régime pauvre en fruits et légumes, une mauvaise hygiène bucco-dentaire, une exposition professionnelle à certains toxiques, et enfin une infection par le papillomavirus ou le VIH (Ligier EMC).

Nous avons assisté à une baisse de l'incidence des cancers des VADS qui est de 42,9 %, entre 1980 et 2005, chez l'homme (Ligier, 2011). Cependant, nous avons assisté en même temps à une augmentation de l'incidence chez la femme de 48,6 %, avec une progression annuelle d'environ 1,6 % (Ligier, 2011). Cette différence est simplement liée à l'augmentation du tabagisme féminin ces dernières décennies. L'âge moyen du diagnostic est situé entre 55 et 59 ans chez l'homme et de plus de 85 ans chez la femme. Une nette prépondérance masculine reste présente.

Histologiquement, 95,3 % des tumeurs étaient des carcinomes épidermoïdes.

Une incidence en hausse des carcinomes de la langue est observée en Europe ces 25 dernières années qui est à mettre en rapport avec l'augmentation de l'infection par HPV 16 et 18 (Ligier 2011). Ces chiffres sont probablement à mettre en rapport avec la modification des pratiques sexuelles (Ligier 2011).

Les tumeurs de la cavité orales sont souvent diagnostiquées à un stade avancé (37,7 %) - T3 ou T4. L'envahissement ganglionnaire associé régional est présent dans 58,3 % des cas (Ligier, 2017).

Il existe en France un gradient Nord-Sud avec une prépondérance des cas dans les régions de l'Ouest, du Nord et de l'Est qui sont les plus touchés. Cette constatation est à mettre en rapport avec une augmentation de la consommation d'alcool et de ses pathologies associées dans ces régions par rapport à celles du Sud. L'hypothèse d'inégalités socio-économiques régionales avec

disparité d'accès aux soins a été émise mais ne retrouve pas de différence significative (Ligier, 2011).

Entre 1980 et 2004, l'incidence standardisée des carcinomes des VADS chez l'homme a chuté de 47,2 % dans le Haut-Rhin, de 46,9 % dans le Bas-Rhin et de 40,8 % dans le Doubs (Ligier, 2011). L'atteinte et la propagation tumorale des VADS peuvent être de deux manières. De manière synchrone, cela consiste à ce que l'atteinte carcinologique implique parallèlement plusieurs localisations, ou de manière métachrone où l'atteinte est décalée. Habituellement, dans le cas d'une identification d'un cancer des VADS, la prospection absolue d'un deuxième cancer et conduite en effectuant une biopsie des zones soupçonnées. Dans environ 20 % des cas, la biopsie permet le dépistage d'une seconde localisation. Le futur de ces patients souffrants d'un cancer des VADS reste menacé, non seulement par une récidive de la tumeur initiale, mais aussi par l'apparition d'une deuxième localisation aux VADS. Après cinq ans, la menace d'un second cancer devient plus sérieuse que le danger de récidive de la tumeur primitive (Prades *et al.,* 2004).

III.4.2 Diagnostic

Facteurs de risque

Il est aujourd'hui reconnu que la consommation excessive de tabac et d'alcool sont les deux facteurs de risque principaux provocant des tumeurs linguales. La combinaison des deux ne fera qu'accroître le risque d'avoir une tumeur. Le risque relatif est dans ce cas multiplié par 35.

Le risque de cancer est lié à la durée d'exposition au toxique consommé (tabac ou alcool) mais aussi à la quantité consommée. En effet, la plupart des patients interrogés, lors de notre collecte de données, étaient tabagiques depuis plusieurs dizaines d'années. Le virus HPV oncogène fait également partie des facteurs favorisants le developpement des carcinomes linguaux (Ligier, 2011). L'hygiène bucco-dentaire était aussi dans la majorité des cas recensés comme un facteur aggravant, car les carcinogènes du tabac ne sont pas nettoyés régulièrement. Cependant, les études ne définissent pas l'hygiène bucco-dentaire comme un facteur de risque en tant que tel.

III.4.3 Signes cliniques / Diagnostic positif

Les signes cliniques amenant le patient à consulter sont le plus souvent une induration du bord de la langue, accompagné ou non de dysphagie, de troubles de l'élocution et de douleurs.

Dans les stades avancés, une altération de l'état général avec un amaigrissement peut être retrouvée.

La douleur est le plus souvent liée à une surinfection tumorale, car dans la majorité des cas, cette douleur n'est pas retrouvée. Elle témoigne le plus souvent d'un stade assez avancé.

Un examen ORL soigneux de la cité buccale et des aires ganglionnaires cervicales est alors effectué.

Macroscopiquement, la tuméfaction peut être bourgeonnante ou ulcérée.

Ce sera la palpation qui orientera le plus exactement le diagnostic.

Le diagnostic positif se fera par la biopsie et un examen anatomo-pathologique qui confirmera le diagnostic de cancer.

III.4.4 Bilan d'extension après le diagnostic positif

Une fois le diagnostic positif établi, un bilan d'extension est nécessaire afin de qualifier la stadiffication exacte de la tumeur, et une évolution métastatique régionale ou à distance. Selon (Prince *et al.*, 1999), l'établissement d'un bilan général de la maladie avant la prise en charge thérapeutique constitue la base.

III.4.5 Panendoscopie des VADS

La panendoscopie constitue un examen important pour l'établissement d'un diagnostic (Leipzig *et al.*, 1985). Il consiste en un examen ORL, sous anesthésie générale, pour permettre d'établir une classification locale de la tumeur en vérifiant l'intégrité ou l'envahissement des structures anatomiques adjacentes.

Pour respecter tous les replis de la cavité orale, l'examen de la cavité se fait sous un éclairage avec un ou deux abaisses-langue. Cela permet de voir la tumeur qui peut être sous la forme d'une ulcération, d'une fissure, ou d'un bourgeonnement de la muqueuse.

Une palpation cervicale à la recherche d'adénopathie cervicales associées est effectuée. En cas de positivité, une évolution métastatique locale est alors définie.

La taille de la tumeur, la localisation, ainsi que la taille des adénopathies, leur localisation et leur latéralité sont définies et consignées sur un schéma daté et signé par l'opérateur.

L'examen est complété d'une fibroscopie bronchique et d'une fibroscopie œsogastroduodénale afin de rechercher de façon macroscopique une deuxième localisation synchrone qui rendrait le pronostic du patient beaucoup plus péjoratif. Si une deuxième

localisation est retrouvée, une biopsie de la lésion avec examen anatomo-pathologique est effectuée.

Dans le cas où la biopsie de la tumeur de la langue n'a pas été effectuée en consultation, ce temps sous anesthésie générale permet d'effectuer ce geste afin de confirmer le diagnostic positif.

Au terme de cet examen, la pathologie du patient est classifiée avec la classification cTNM (*Tumor, Node, Metastasis*).

III.4.6 Bilan d'extension et examens complémentaires

Une tomodensitométrie et une IRM sont alors demandées.

La tomodensitométrie recherchera une extension cervicale ganglionnaire ou une deuxième localisation thoracique ou viscérale.

L'IRM permettra une évaluation plus fine de l'infiltration locale des structures anatomiques adjacentes.

Au terme de ce bilan paraclinique, la tumeur du patient est stadiffiée selon la classification internationale *TNM*, qui permettra ensuite de définir le traitement le plus approprié pour chaque patient en fonction du stade de la tumeur et son état général.

Cette décision sera prise en réunion de concertation pluridisciplinaire (RCP). Cette décision thérapeutique collégiale sera prise en accord avec les différents acteurs du traitement (ORL, radiothérapeutes, oncologues).

III. 4.7 Classification TNM (*Tumor, Node, Metastasis*) internationale :

T1 : cette tumeur est inférieure ou égale à 2 cm ;

T2 : cette tumeur est supérieure ou égale à 2 cm mais strictement inférieure à 4 cm ;

T3 : tumeur dont le diamètre est supérieur à 4cm ;

T4 : tumeur qui s'étend aux muscles intrinsèques de la langue, structures corticales et structures molles du cou ;

Tx : taille de la tumeur non déterminée et non évaluable ;

N : envahissement ganglionnaire ;

N0 : pas de signe d'atteinte ganglionnaire régionale ;

N1 : 1 ganglion homolatéral < 3 centimètres ;

N2 : 1 ganglion homolatéral de dimension 3 à 6 centimètres (Na) ; ganglions homolatéraux multiples ≤ 6 cm (Nb) ; controlatéraux ou bilatéraux ≤ 6 centimètres (Nc) ;

N3 : ganglion(s) > 6 centimètres ;

NX : atteinte ganglionnaire non déterminée non évaluable ;

M0 : absence de métastase viscérale ;

M1 : présence de métastase viscérale.

III.5. Pathologies et traitements

Une fois la décision de la RCP prise, une proposition de traitement est faite au patient, incluant un traitement simple ou une combinaison de plusieurs thérapeutiques.

III.5.1 Chirurgie

Elle consistera à l'exérèse la plus complète possible de la tumeur. Un curage cervical y sera associé. Il sera le plus souvent bilatéral, car le potentiel métastatique des carcinomes épidermoïdes est assez élevé, d'environ 40% (Shah *et al.*, 1995 ; Shaw. *et al.*, 1990), citées dans EMC (Prades *et al.*, 2004). L'ensemble des pièces chirurgicales sera envoyé pour examen anatomo-pathologique, ce qui permettra :

- de confirmer l'histologie retrouvée sur la biopsie initiale ;
- de définir le caractère sain ou envahi des marges d'exérèse (R0 = marges saines ; R1 = marges envahies) ;
- de compter le nombre de ganglions retrouvés lors du curage cervical, et de comptabiliser le nombre de ganglions métastatiques avec une effraction capsulaire.

Le dossier du patient sera à nouveau présenté en RCP (réunion de concertation pluridisciplinaire) afin de discuter de la nécessité ou non d'un traitement carcinologique adjuvant.

III.5.2. Traitements complémentaires adjuvants

III.5.2.1 La radiothérapie

La RCP (réunion de concertation pluridisciplinaire) proposera systématiquement une radiothérapie en cas de marges envahies (R1) ou en cas de présence de plus de 2 adénopathies cervicales métastatiques. La radiothérapie sera aussi systématiquement proposée si l'examen anatomopathologique retrouve une seule adénopathie en rupture capsulaire.

Les protocoles de radiothérapies sont lourds. Ils nécessitent la confection d'un masque unique pour chaque patient qui le fixera à la table afin de diriger au mieux les rayons en cours de traitement. La dose délivrée varie entre 60 et 70 Gray étalés cinq jours par semaine pendant 5 à 7 semaines. Les complications sont fréquentes à types de radiodermite en aigue ou d'asialie chronique.

III.5.2.2 Chimiothérapie

Malheureusement, la décision de chimiothérapie sera décidée en RCP en cas d'évolution d'emblée métastatique à distance, si le bilan d'extension initial retrouve un envahissement pulmonaire ou hépatique associé.

La pose d'un cathéter intraveineux central est alors nécessaire pour l'administration de ce traitement.

III.5.2.3 Curiethérapie

Faiblement utilisée actuellement, cette technique consiste à poser un filament radioactif directement sur la tumeur. Peu de centres l'utilisent actuellement, car la mise en place de ce traitement reste compliquée, mais les résultats restent satisfaisants.

Cette thérapeutique ne concerne que les tumeurs de la langue peu évoluées classées T1 et T2.

III.5.2.4 Conséquences fonctionnelles des traitements adjuvants après cancers de la cavité buccale

Pour un cancer endo-buccal, les conséquences engendrées lors du traitement par chimiothérapie pré-chirurgical sont les mêmes que celles entrainées pour le traitement d'un autre cancer, à savoir des nausées et des vomissements qui peuvent être maitrisés par des médicaments.

Les conséquences fonctionnelles des traitements adjuvants sont nombreuses, elles sont accompagnées d'effets secondaires nombreux en pré et post-traitement.

En effet, des complications iatrogènes de la radiothérapie peuvent être assez péjoratives pour les patients. Les effets indésirables peuvent être précoces ou tardifs.

En cas de lésions iatrogènes précoces, une période de cicatrisation est nécessaire afin de déterminer le pronostic fonctionnel final, car il persiste une chance de récupération.

En cas de séquelles iatrogènes tardives, le potentiel de récupération est quasi-nul, avec un risque d'aggravation des conséquences iatrogènes. L'exemple le plus parlant est l'ostéoradionécrose secondaire.

Une prévention des complications est systématiquement prévue avant une prise en charge. Le bilan pré-thérapeutique dentaire est un bon exemple.

Les conséquences précoces d'une irradiation de l'oropharynx sont nombreuses. La radiomucite iatrogène et la présence d'inflammation aigüe de la muqueuse buccale peuvent se manifester par la présence de rougeurs ou même d'ulcérations. Les conséquences fonctionnelles sont nombreuses car le patient, dans les présentations les plus péjoratives, ne peut plus s'alimenter à cause des douleurs ressenties. Une surveillance nutritionnelle est souvent associée dans ce cas-là, accompagnée de la mise en place d'une nutrition entérale par sonde de gastrostomie ou sonde nasogastrique. Certains radiothérapeutes proposent la mise en place d'une sonde de gastrotomie avant le début du traitement, afin de commencer la nutrition entérale le plus rapidement possible. La radiothérapie de l'oropharynx peut également provoquer un phénomène d'hyposalivation ou hyposialie, qui dans les cas extrêmes peut même être une asialie, soit une absence complète de salive au-delà de la dose de 60 Gray (Rives & Woisard, 2003). Dans l'hyposialie, l'épaississement et la diminution de la salive ont pour conséquence fonctionnelle directe de créer un inconfort chez le patient qui peut réduire ses apports alimentaires et précariser son statut nutritionnel. Une autre conséquence est la précarisation des dents qui ne sont plus protégées par leur film salivaire, favorisant les infections voire les extractions nécessaires.

Un œdème post-radique peut aussi être une complication iatrogène à moyen terme de la radiothérapie. Ce dernier est dû à une réduction des flux vasculaires et lymphatiques dans les zones traitées. Ces changements de perméabilité vasculaire donnent sur le long terme la fibrose qui est considérée comme la complication tardive de la radiothérapie (Rives & Woisard, 2003). Cette fibrose, aussi appelée jabot post-radique, induit une perte de l'efficacité des contractions musculaires et limite les amplitudes des gestes articulatoires.

Nous comprenons maintenant aisément que la radiothérapie, associée ou non à la chimiothérapie, peut avoir un retentissement important au niveau de la déglutition et la production de la parole chez des patients traités pour un cancer de l'oropharynx (Shiley *et al.*, 2006). En effet, selon les travaux de (Nguyen, 2007), l'impact de la dysphagie après traitements

complémentaires est de 50%. Pour Goguen *et al* (2006), les troubles de la déglutition et la perte du plaisir alimentaire affectent nettement la qualité de vie des patients. Concernant les troubles de la production de la parole, la radiothérapie contribue à l'altération de la voix et de la parole, dans le cas où le larynx est aussi irradié. La radiothérapie peut engendrer une limitation de la mobilité laryngée suite à la fibrose. Selon Kraus *et al* (1994), la sècheresse de la muqueuse laryngée altère l'amplitude de la vibration des plis vocaux lors de la phonation. Dans les travaux de (Teguh *et al.*, 2008) après un cancer de l'oropharynx, une altération du timbre a été perçue. Des illustrations de quelques effets secondaires des traitements adjuvants sont présentées en annexe (*cf. Annexe partie1*).

III.6 Les différentes prises en charges chirurgicales

Selon la taille de la tumeur, les résections d'un carcinome épidermoïde localisées dans le système de production de la parole peuvent être partielles ou totales. L'envahissement des régions adjacentes de la cavité buccale (plancher buccal, mandibule, etc.) entraine l'association de plusieurs pratiques chirurgicales. Nous présentons ci-dessous les différentes interventions exercées lors d'une atteinte cancéreuse de la langue principalement, parfois combinée à d'autres organes. Ces exérèses représentent particulièrement les prises en charges chirurgicales de chacun des patients sujets de notre étude.

III.6.1 Glossectomie partielle

L'ablation partielle de la langue permet de traiter les lésions précoces. Elle consiste à ôter une petite partie de la langue T1, ou T2, suivie de suture la plaie en la laissant guérir spontanément. Dans le cas d'une exérèse plus étendue, la probabilité d'adopter une greffe par un transfert de muscle, afin de combler la perte de substance, est omniprésente. Les troubles de la parole et de la déglutition sont peu envisageables après une glossectomie partielle sans reconstruction, car la mobilité reste conservée (*cf.* Figure 12).

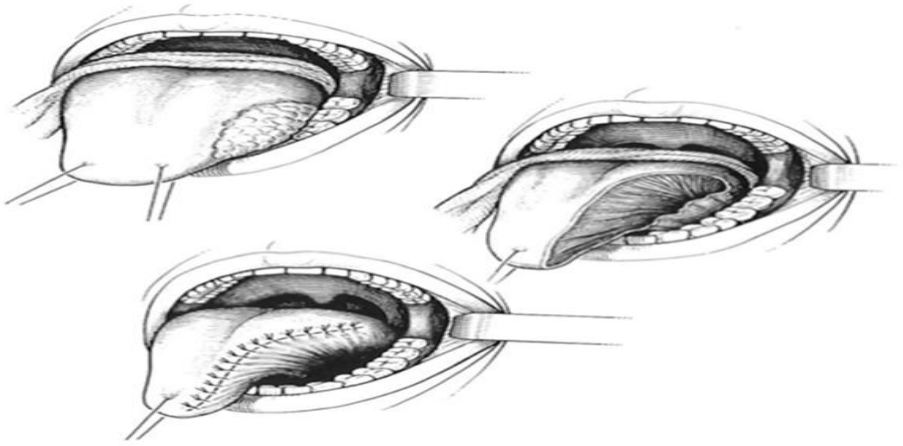


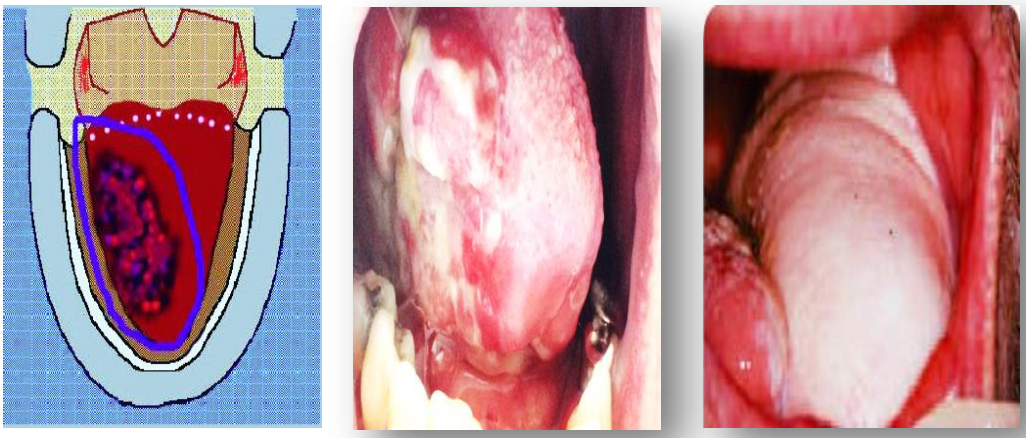
Figure 12 : Glossectomie partielle du bord latéral gauche (Guerrier, 1988)

La résection partielle de la langue peut être sous forme de ce qu'on appelle glossectomie marginale. Cette intervention entraine le quart du volume de la langue sur sa partie latérale.

Dans la plupart des cas, une jonction directe est possible. Concernant la perte de substances, elle peut être laissée en cicatrisation dirigée.

III.6.2 Hémi-glossectomie

La résection qui implique la moitié de la langue est appelée hémiglossectomie : c'est une exérèse chirurgicale qui consiste à reséquer la moitié de la langue dans le sens longitudinal. L'exérèse commence de la pointe de la langue jusqu'au V linguale, ou emporter la base de langue aussi. La fermeture d'une hémi-glossectomie peut être directement suturée particulièrement, si la base n'est pas atteinte (*cf.* Figure 13). La langue résiduelle, initialement arrondie ou tubulisée, va peu à peu s'aplatir, sans néanmoins reprendre une forme normale. La gêne est cependant minime.



Localisation *Avant l'exérèse* *Après l'exérèse et la reconstruction*

Figure 13 : Patient avant et après une hémi-glossectomie reconstruite par un lambeau anté-brachial

Si l'hémi-glossectomie inclut la base de langue, les troubles de la déglutition sont importants, malgré les réparations pratiquées par anastomose de lambeaux libres ou pédiculés.

III.6.3 Pelviglossectomie

La pelviglossectomie consiste en l'ablation de la langue combinée à une résection du plancher buccal. Dans le cas d'une tumeur classée T1 ou T2 qui n'entraine pas une énorme perte de substances, cela n'induit pas forcément une reconstruction. Dans le cas d'un carcinome classé T3 et plus, la perte de substance est plus prononcée. Cela nécessitera une reconstruction, soit par un lambeau cutanéograisseux nasogénien, soit par un lambeau musculaire infra-hyoïdien, par un ambeau de grand pectoral, ou par un lambeau libre. La Figure 14 illustre une pelviglossectomie.

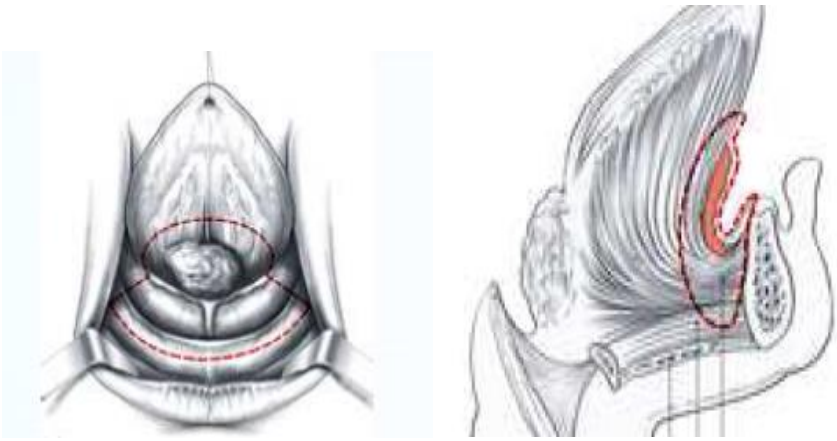


Figure 14 : Pelviglossectomie (Marandas *et al.*, 2006 dans EMC)

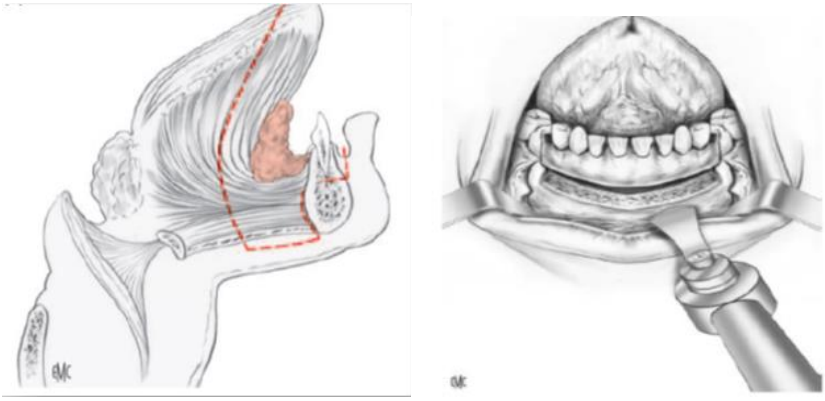


Figure 15 : Pelvi-glosso-mandibulectomie non-interruptrice (Marandas *et al.,* 2006 dans EMC)

III.6.4 Pelvi-glosso-mandibulectomie

La pelvi-glosso-mandibulectomie est une intervention lourde effectuée en deux équipes. Dans un premier temps, une large exérèse carcinologique est réalisée. Dans un second temps une intervention plus complexe est effectuée ; cela consiste à une reconstruction par transfert de lambeau. Dans le cas d'une pelvi-glosso-mandibulectomie, la reconstruction se fait à l'aide d'un lambeau de péroné. Le temps de reconstruction comprend le modelage du lambeau, l'ostéosynthèse et la microchirurgie vasculaire. Cette intervention de carcinologie ORL permet de répondre aux critères esthétiques et fonctionnels attendus. La Figure 15 illustre une pelvi-glosso-mandibulectomie.

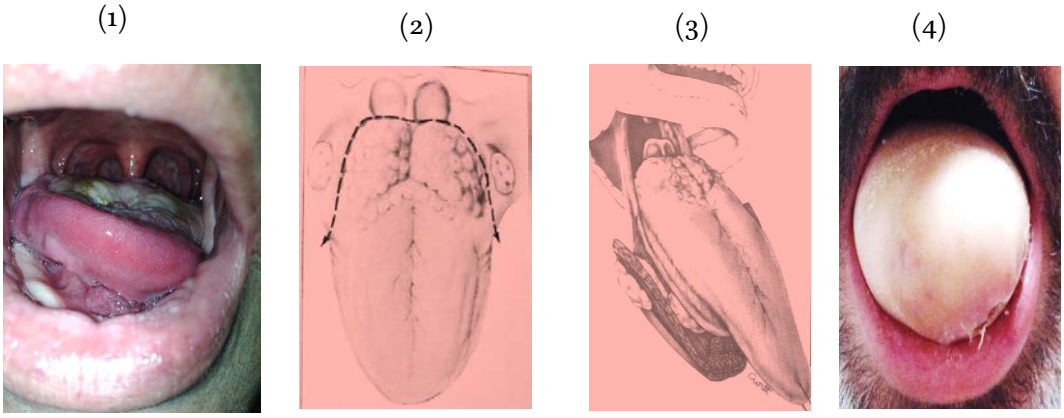


Figure 16 : Pelvi-glossectomie totale patient JCT (avant l'exérèse et après l'exérèse et la reconstruction par lambeau antéro latéral de la cuisse droite (1) et (4)) / Les images (2) et (3). (Gehanno *et al.,* 1993 dans EMC)

III.6.5 Pelvi-glossectomie totale

La glossetomie totale est réalisée lorsque les muscles linguaux sont envahis. Une toto-langue est effectuée en tant qu'une première intervention chirurgicale ou suite à une propagation de la tumeur, et dans ce cas, une intervention de rattrapage est nécessaire (*cf.* Figure 16). Comble de la mutilation, cette intervention entraine une perte assez conséquente des substances et peut être associée à une laryngectomie (Gehanno *et al.,* 1993). La perte de tissus musculaires requiert une reconstruction par lambeau. Ce dernier sert de moyen protecteur des structures sous-jacentes. C'est une opération qui affecte lourdement l'articulation, la mastication et la déglutition. La réhabilitation a pour objectif non seulement la restauration morphologique mais également celle des fonctions post-opératoires (Wakumoto *et al.,* 1996).

III.7 Réhabilitation et différents types de reconstructions chirurgicales

Selon la taille de la tumeur et son extension, les résections peuvent être partielles ou totales. Les pertes de substance après une lésion cancéreuse des voies aéro-digestives supérieures (VADS) sont de dimension variable et relèvent de la localisation initiale du carcinome et des structures tissulaires affectées, à savoir le muscle, la muqueuse, l'os. Elles peuvent avoir des conséquences sur différents plans : des conséquences esthétiques, fonctionnelles et vitales, puisqu'elles atteignent la mastication, la déglutition, l'élocution), et la qualité de vie du patient est donc mise en jeu. Il en ressorte une obligation de reconstruction chirurgicale, dont l'objectif est de compenser ces pertes de tissu. Avoir recours à la reconstruction implique qu'une grosse perte de substance demeure inévitable. Cela s'insère dans le cadre de la prise en charge médicale des cancers des (VADS). La mise en place de la reconstruction nécessite l'intervention de plusieurs équipes spécialisées au même temps. La reconstruction consiste à un prélèvement d'un ou de plusieurs tissus (muscle, os, fascia) qui sont attachés au même pédicule nourricier, qui est généralement choisi à son origine pour être ultérieurement anastomosé avec des vaisseaux receveurs de la région cervicale (Albert & Guedon, 2011). Ce processus sert de restauration à la perte de substances utilisées en chirurgie réparatrice de la sphère ORL et crânio-faciale.

Lors de l'intervention chirurgicale et le transfert du lambeau, une hospitalisation de plusieurs semaines est à prévoir. Par la suite, une rééducation orthophonique qui peut durer plusieurs mois est nécessaire, afin que le patient s'adapte à la nouvelle configuration de sa cavité buccale et réapprenne les fonctions vitales, à savoir mastiquer, déglutir, s'alimenter et

communiquer. Dans le cas extrême d'une reconstruction totale, les séances de rééducation sont assurées par un orthophoniste et un kinésithérapeute.

La reconstruction doit tenir compte des tissus périphériques :

- la mandibule est sectionnée lors des interventions avec glossectomie si l'os est envahi et que l'envahissement est objectivé cliniquement et sur le scanner (mandibulotomie, bucco-pharyngectomie transmandibulaire (BPTM), pelvi-mandibulectomie)).

Le choix final de la reconstruction dépend de la taille et de la localisation de la perte de substance et des structures adjacentes envahies. Dans cette étude, nous nous limiterons à citer et décrire les différentes reconstructions par lambeau, après une ablation partielle ou totale de la langue des patients sujets de notre étude.

On dénombre principalement trois types de lambeaux : les lambeaux locaux ou de voisinage, les lambeaux libres ou microanastomosés et les lambeaux pédiculés. Ces lambeaux sont musculaires ou musculocutanés en fonction de la perte de substance à remplacer.

III.7.1 Les lambeaux locaux

Les lambeaux locaux ou de voisinage vont permettre de couvrir une perte de substance limitée dans le cadre de la résection carcinologique de la tumeur de la langue. Nous pouvons ici citer le lambeau nasogénien, le lambeau peaucier ou le lambeau de buccinateur. Le pédicule vasculaire n'est pas individualisé lors de la dissection, et le lambeau est nourri par les microartérioles présentes dans la graisse sous-cutanée.

Nous décrivons le lambeau peaucier puisque c'est la reconstruction du patient ANT après une oro-pharyngectomie gauche envahissant la base de langue et l'amygdale jusqu'au niveau du voile du palais (*cf.* Figure 17). Ce lambeau permet de fournir un tissu flexible et mince. Il est prélevé au niveau de la région cervicale, ce qui reste un privilège puisque cela évite un prélèvement d'une autre région et qui pourrait susciter une cicatrisation (Lefèvre *et al.*, 1996).

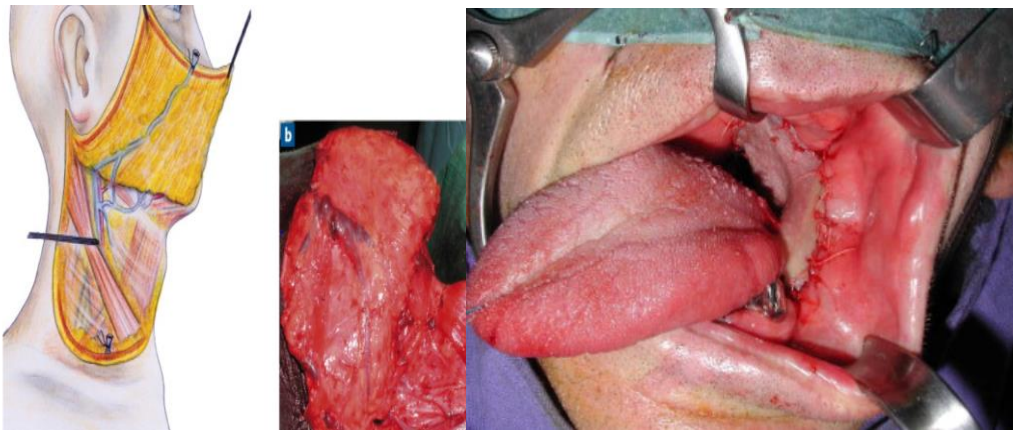


Figure 17 : Lambeau peaucier appliqué à une reconstruction de la région oro-pharyngée gauche (Savoldelli *et al.,* 2011)

III.7.2 Les lambeaux pédiculés

Les lambeaux pédiculés sont centrés sur un pédicule vasculaire clairement individualisé lors de l'étape de la dissection et de la reconstruction chirurgicale. Certains lambeaux sont locaux comme le lambeau de FAMM (*Facial Artery Musculo Mucosal*). Mais les plus utilisés sont le lambeau grand pectoral et grand dorsal qui permettent de couvrir des pertes de substance bien plus élevées. On aura recours à ces lambeaux aussi pour protéger les axes vasculaires de l'exposition salivaire dans les exérèses étendues.

III.7.3 Les lambeaux libres

Les lambeaux libres ou microanastomosés vont consister à disséquer une palette musculaire ou cutanéo-musculaire avec son réseau artériel et veineux centré sur son pédicule, afin de l'anastomoser à un autre tronc vasculaire artério-veineux à distance de la localisation initiale, et à proximité de la zone à reconstruire. Les lambeaux permettent de couvrir de très large perte de substances, en rétablissant les tissus altérés dans leurs strates afin de faire une reconstruction la plus anatomique possible. Nous citerons ici les lambeaux antébrachial (ou lambeau chinois), le lambeau antérolatéral de cuisse, ou le lambeau de péroné qui permettront une reconstruction mandibulaire, en rétablissant l'épaisseur osseux, musculaire et cutané.

Nous nous limiterons à décrire ici les lambeaux dont les patients sujets de notre étude ont bénéficiés lors de leurs prises en charge chirurgicale. Parmi les lambeaux utilisés, signalons le lambeau antébrachial (*cf.* Figure 18), retenu pour une reconstruction après une hémi-glossectomie. Ce lambeau est aussi connu sous le nom du lambeau chinois, en raison de sa fiabilité (attestée dans la littérature), il est souvent sollicité pour des restaurations de la région maxillo- faciale.

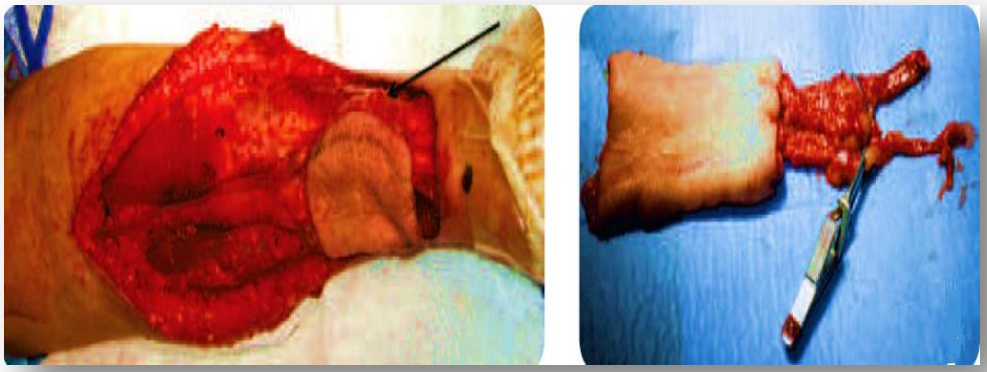


Figure 18 : Lambeau antébrachial (Albert & Guedon, 2011)

Un autre type de lambeau libre utilisé dans le cas d'une reconstruction après une pelvi-glosso-mandibulectomie est le lambeau **de** péroné, comme c'était le cas du patient BIRL. Le péroné est un transplant osseux ostéo-cutané (*cf.* Figure 19). La restauration par péroné est considérée comme étant la technique de référence pour les reconstructions mandibulaires (Pauchot *et al.,* 2013). *infra* illustre une reconstruction mandibulaire.

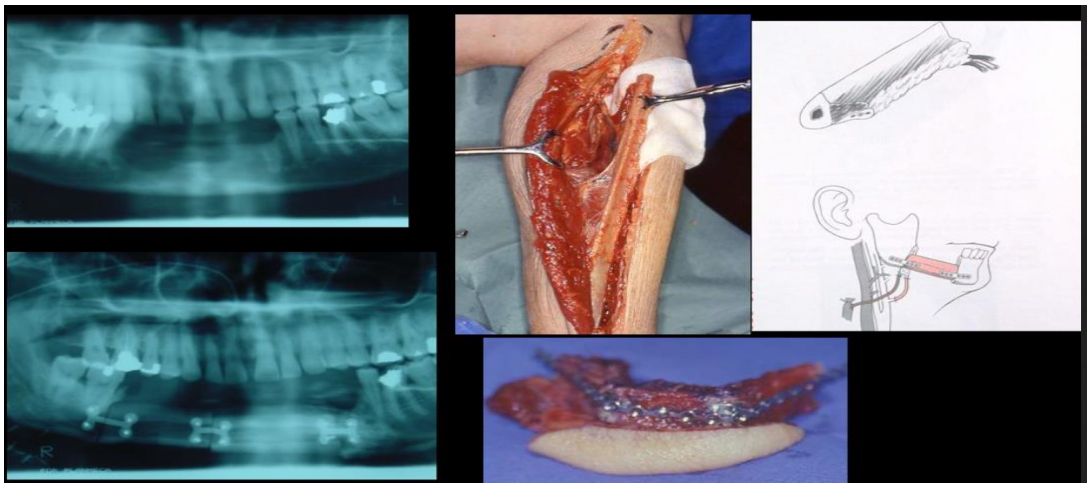


Figure 19 : Lambeau de péroné (https://slideplayer.fr/slide/1199338/)

Le lambeau antérolatéral de la cuisse (*cf. Figure 19*) propose une possibilité avantageuse puisque sa composition cutanéo-graisseuse forme une masse tissulaire plus consistante ; celle-ci reste constante même après les traitements adjuvants après radiothérapie, et permet la restauration de la langue et du plancher buccal. Ce genre de lambeau peut être utilisé pour une reconstruction après une glossectomie totale, afin de combler l'énorme perte de substances.

(1) (2)



Figure 20 : (1) Lambeau antérolatéral de la cuisse (Fagan, 2014) (2) Reconstruction avec un lambeau antérolatéral de la cuisse après une pelviglossectomie totale non-interruptrice (patient JCT).

III.8. Différentes prises en charge après un cancer de la cavité buccale

III.8.1 Prises en charge psychologique

La prise en charge psychologique est un aspect fondamental et une indication dans l'action thérapeutique des sujets atteints d'un cancer de l'oropharynx en général et de la glossectomie en particulier. Il s'agit d'un travail d'accompagnement du patient à tous les stades du traitement (Gauthier, 2010).

En effet, la prise en charge psychologique commence déjà dès l'annonce du diagnostic positif. Ces moments sont dans la plupart des cas éprouvants pour le patient et sa famille. En Préopératoire, la prise en charge psychologique se fait avec l'équipe médicale au sein de l'établissement hospitalier, puisque le patient est convoqué quelques jours avant l'opération pour une séance d'information concernant le déroulement de son opération et les consignes à respecter. Le patient pourra à ce moment-là poser ses questions (Protocole observé à l'Hôpital Civil de Colmar). Les réponses aux interrogations du patient et la qualité de l'information concernant la maladie sont censées être en adéquation avec le niveau socioculturel du patient. Le langage employé en parlant des conséquences doit être bien choisi et précis, de manière à ne pas dramatiser et effrayer le patient, ni dédramatiser totalement.

Après l'opération, l'impact de la glossectomie sur l'état psychologique du patient est dans un premier temps lié à la mutilation corporelle due à la chirurgie, puisque les prises en charge chirurgicales sont mutilantes. De plus, la durée de traitement d'un patient atteint d'un cancer de l'oropharynx n'est pas négligeable ; elle peut durer 6 mois au minimum pour une glossectomie

partielle par exemple, avec des contrôles tous les 3 à 6 mois. Le risque de complication après l'opération et les traitements subséquents restent probables. Le potentiel addictif des patients est aussi à prendre en considération, puisque dans la majorité des cas rencontrés, lors de la collecte des données, les patients sont dépendants au tabac et à l'alcool. Cela signifie que mettre fin à la consommation du tabagisme pour une personne dépendante n'est pas toujours simple. Pour cela, une orientation chez des spécialistes pour un traitement anti-addiction peut être indispensable. Suite aux effets néfastes de la chirurgie et les traitements complémentaires, une dimension esthétique est aussi à prendre en considération, puisque cette dernière peut avoir des impacts psychosociaux qui ne sont pas dérisoires, à savoir : l'estime de soi, la perte d'emploi et les limites d'insertion professionnelle, la langue étant un organe vital primordial pour la déglutition et la phonation. C'est une population assez particulière qui a besoin d'un solide soutien pluridisciplinaire (Giovanni & Robert, 2010).

III.8.2 Prises en charge orthophonique

Suite aux répercussions de la chirurgie sur la déglutition et la production de la parole, une prise en charge orthophonique et aussi nécessaire pour certains patients. Selon les organes lésés, le protocole de réhabilitation se fait sur plusieurs phases. Théoriquement, un bilan Préopératoire est établi dans le but d'informer le patient des résultats chirurgicaux et des conséquences engendrées sur la phonation et sur la déglutition. Cette démarche n'est pas commune à tous les établissements hospitaliers. Souvent, tout commence avec un bilan orthophonique post-opératoire. En se basant sur le compte rendu opératoire du patient, le praticien établit une anamnèse avec toutes les précisions possibles. Afin de permettre un bon déroulement des séances de rééducation et un travail plus ciblé en termes de compensations fonctionnelle, une « *cartographie* » est réalisée selon l'exérèse et les éventuelles reconstructions qu'a subies chaque patient, sans oublier les effets des traitements complémentaires qui influencent le déroulement de la rééducation orthophonique. Au cours des séances de rééducation, le praticien cherche à vérifier la mobilité, la tonicité et la sensibilité des organes de la sphère ORL. Rappelons que l'objectif final d'un bilan orthophonique est à vocation vitale ; il est donc important de viser les priorités du patient en terme de qualité de vie à savoir : déglutir, articuler et parler (Woisard & Puech, 2003). Après avoir testé les facultés fonctionnelles du patient à travers l'évaluation des mouvements praxiques, l'articulation, la parole, la voix, la déglutition et la respiration, différents axes de prise en charge sont proposés. Suivant le

déficit de chaque patient et le type d'exérèse, les axes sont classés par priorité. Ces axes ont pour objectif de travailler principalement la mobilité, la tonicité et la sensibilité. Nous citons parmi les pratiques courantes mises en exercice : les praxies linguales, labiales, jugales, vélaires. Selon (Crevier-Bucheman *et al.*, 1998), les entrainements des praxies seront un bon début aux essais alimentaires (déglutition). Les prises en charge psychologique et orthophonique se complètent mutuellement. Elles concernent les patients ayant subi d'importantes modifications anatomo-physiologiques de la cavité orale, des patients qui cherchent à retrouver leurs habitudes (manger, parler, sourire et accepter le regard de l'autre). Les techniques utilisées dans la pratique clinique dépendent de l'expérience et de la créativité de chaque thérapeute dont le but unique est d'améliorer la qualité de vie du patient.

III.8.3 Concept de la qualité de vie

Après avoir abordé les principaux points de la prise en charge psychologique et orthophonique, il importe toujours de s'intéresser à la qualité de vie du patient après exérèse carcinologique de la langue. Nous commencerons tout d'abord par une description de l'émergence du concept de la qualité de vie. En effet, d'après (Morin, 2004) le concept de qualité de vie tire ses origines de la définition de l'O.M.S attribuée au mot « *santé* » comme un « *état complet de bien-être physique, mental et social ».* Cela induit le concept de « *qualité de vie* ». Les professionnels de santé ont forgé par la suite une appellation multidimensionnelle de « *qualité de vie liée à la santé* ». D'après Babin *et al,* (2005), ce terme englobe l'auto perception individuelle et multifactorielle du patient, après la prise en compte de sa maladie et de ses traitements, ces aspects concernant l'état physique, psychique et social du patient.

III.8.3.1 La naissance de la notion de handicap.

Ces considérations sont centrées sur la façon dont l'individu s'adapte à la maladie dans son quotidien. L'apparition de la « *Classification Internationale du Fonctionnement et de la Santé* » désignée par l'O.M.S en 2001, qui fait la distinction entre 5 niveaux interférents sous le terme du « *fonctionnement* » (Stuck, 2007), sont les suivants : 1) les fonctions organiques ; 2) les structures anatomiques 3) les activités ; 4) la participation ; et 5) les facteurs environnementaux. Cette représentation cherche à percevoir le handicap en tant que délimitation des activités, contrôle et restriction de l'implication d'une personne à sa vie en société, répercussion d'une carence, altération objective d'une fonction et / ou d'une structure anatomique. Ces notions ont pu être

employées en tant qu'outil de mesure objectif. Signalons l'apparition d'une autre notion introduisant la prise en compte du propre ressenti de chaque individu (Eadie *et al,* 2006) ; cette expérience subjective du handicap n'est pas forcément corrélée à la déficience objectivée. Il est donc incontournable que la perception d'un handicap soit propre à chaque individu. Selon (Leplège, 1999), l'incidence des maladies et leurs traitements sur la vie quotidienne est établie en considérant le vécu du patient comme repère. C'est l'objectif d'outiller la mesure de *la* qualité de vie liée à la santé. En effet, la diminution de certaines dimensions de la qualité de vie crée une sorte d'objectivation du ressenti subjectif des êtres humains.

III.8.3.2 Outils de mesure de la qualité vie et leurs champs d'application

Les études sur les mesures de la qualité de vie liées à la santé se sont élargies progressivement ces dernières années. En effet, il existe plusieurs outils de mesure de la qualité de vie, ces derniers se divisant sous trois mesures, à savoir : 1) des mesures d'évaluation générale établies sur l'évaluation de la qualité de vie en général ; 2) des mesures spécifiques fondées sur l'aspect étiologique et pathologique d'un trouble ; et 3) les mesures centrées sur un handicap.

Le dernier type de mesures, à savoir les mesures centrées sur un handicap, englobe les outils de mesure du handicap liés à la communication et à la parole. Le VHI, utilisé dans plusieurs pays, constitue la première échelle d'évaluation de handicap liée aux troubles de la voix ; il a fait son apparition en (1984) chez Lleewellyn et ses collaborateurs. L'objectif était d'estimer le ressenti du patient suite à un cancer laryngé. Le VHI comporte 30 items qui réunissent 3 domaines (émotion, fonction et physique). Coté de 0 à 4, le patient évalue son handicap entre 5 propositions « *jamais* », « *presque jamais* », « *parfois* », « *toujours* », « *presque toujours* », sur un score total de x/120. Le VHI est utilisé dans plusieurs pays. Peu de questionnaires relatifs à l'évaluation de la parole existent. Des chercheurs se sont intéressés à la question d'évaluation d'un trouble de la parole, fréquent après une atteinte de cancer de l'oropharynx, bien différent des cancers laryngés. En se fondant sur le modèle du VHI (Rinkel et al, 2008), ils ont adapté ce dernier aux problèmes liés à la parole que le patient peut rencontrer dans sa vie de tous les jours. À l'heure actuelle, et d'après (Dwivedi & Kazi, 2009) c'est le seul outil d'auto-évaluation typique aux problèmes suite à un cancer oropharyngé qui existe. Il a été calibré sur une population de 110 sujets et 92 patients atteints d'un cancer de la cavité buccale, suivi d'une exérèse et d'un traitement complémentaire (chimio-radiothérapie).

Similaire au (VHI), le (SHI) comporte aussi 30 items divisés en deux parties : 1) l'aspect psychosocial « *psychosocial function* » ; et 2) l'aspect parole « *speech function* ». Chacun d'eux comporte 14 items et deux restent indépendants. Le mode de fonctionnement du SHI est le même que le VHI. Le SHI reste un outil fiable et démontre que plus la taille de l'exérèse est large plus la parole et le ressenti du patient sont altérés. Les scores des patients ayant une petite tumeur est toujours plus faible que celui des patients ayant une tumeur volumineuse. Le SHI a été traduit en français par (Degroote *et al.*, 2012).

III.8.3.3Qualité de vie après un cancer de l'oropharynx

La qualité de vie après un cancer des (VADS) varie d'un individu à un autre ; elle est évaluée sur plusieurs phases, de l'annonce du diagnostic, pendant les traitements chirurgicaux et complémentaires et même après un an ou plus. En effet, suite aux répercussions, le patient tente de s'adapter à sa nouvelle vie. Il existe peu d'études sur la qualité de vie après un cancer des VADS. Cependant, la plupart de ces études notent une sérieuse perturbation de la parole et de la déglutition pendant le traitement, ainsi qu'une détérioration de la dimension psychosociale du patient et de son insertion. Une répercussion est perçue après un an pour certains patients mais ce n'est pas toujours le cas pour d'autres (Gritz *et al.*, 1999 ; List AM *et al.*, 1999). Durant les 6 premiers mois, on constate une dégradation remarquable de la qualité de vie du patient suite à la fatigue, la douleur, et la xérostomie. D'autres travaux évoquent la dégradation de la qualité de vie du patient suite à son état psychique et la dépression ; cela concerne des patients dans des stades tumoraux assez avancés T4 (Hammerlid *et al.*, 1999). D'autres études insistent sur cette conséquence (impact psychique) à long terme ; même après plus de 7 ans, des patients ont été retrouvés marqués négativement par cette expérience malgré le temps passé (Bjordal *et al.*, 1994).

III.8.3.4 Qualité de vie après glossectomie partielle ou totale

D'après les travaux cités dans la littérature, la qualité de vie après glossectomie ne parait pas affecter la qualité de vie des patients, sauf dans le cas d'une large exérèse qui envahit la base de la langue ou une pelviglossectomie totale suivie d'une reconstruction. Ce genre de traitement engendre des répercussions importantes sur la qualité de vie du patient, puisqu'elles sont les plus morbides. Moins d'études ont été consacrées à la qualité de vie après glossectomie partielle, puisque les conséquences fonctionnelles ont été jugées minimes.

Le carcinome étendu de la langue, synonyme de non-rémission, requiert une approche thérapeutique agressive pluridisciplinaire, nécessitant une pelviglossectomie totale fréquemment associée à une laryngectomie, comble de la mutilation (Gehanno *et al.*, 1993). La réhabilitation a pour objectif non seulement la restauration morphologique mais également celle des fonctions post-opératoires (Wakumoto *et al.*, 1996). Si le larynx est préservé, une dysphagie secondaire à l'acte chirurgical est toujours présente. Elle peut, en conséquence, si l'alimentation orale est inappropriée, conduire le patient à des pneumopathies d'inhalation, à un état de dénutrition ou d'infection et menacer sa survie. Une laryngectomie concomitante rend impossible la parole, invalide davantage la communication et compromet sévèrement la qualité de vie du sujet. Ainsi, la conservation du larynx, lorsqu'elle est envisageable, est préférable en cas de pelviglossectomie totale ; cette conservation du larynx préserve la qualité de vie ultérieure (Effron *et al.*, 1981 ; Weber *et al.*, 1991 ; Tiwari *et al.*, 1993 ; Ruhl *et al.*, 1997 ; Furia *et al.*,2001).

Le concept de qualité de vie a été très progressivement introduit dans les études oncologiques, et récemment pour les cas de patients souffrants d'un cancer endo-buccal (Ruhl *et al.,* 1997). Certains travaux tendent à établir des corrélations entre les résultats des évaluations axées sur la qualité de vie et les sites détaillés des lésions (Calmet-Smadja, 2003). Des outils d'évaluation ont été conçus sous forme de questionnaires incluant des données subjectives comme la douleur, la fatigue, le bien-être physique ou social, le sommeil ou les conséquences économiques de la maladie. L'utilisation combinée d'analyses fonctionnelles et de questionnaires d'ordre général ou spécifique (modules « Tête et cou »), montre que malgré la présence d'une invalidité fonctionnelle significative, les patients finissent par surmonter cette situation. Les facteurs qui affectent négativement cette qualité de vie comme l'apparence physique, la façon de s'alimenter, le statut respiratoire et la fonction scapulaire (gênée par la présence d'un lambeau du grand pectoral par exemple), peuvent avoir un impact mineur sur la qualité de vie des patients. Alors que les réponses aux tests attestent de déficiences nettes, les sujets semblent atteints de façon variable, selon leur origine socio-culturelle (Hans *et al.*, 2003), par leur aspect ou par les limites de leurs capacités à manger et à communiquer. Ils se plaignent en revanche du fonctionnement réduit de leur épaule (Ruhl *et al.*, 1997).

Ces résultats sont à interpréter avec prudence : 1) ils concernent un petit nombre d'individus ; 2) la distribution inégale des lésions de la cavité orale par sites nécessite des glossectomies totales ou partielles adéquates, suivies de reconstructions diverses ; 3) les sujets ont été testés dans la phase post-opératoire, ce qui n'autorise pas de comparaison de leur qualité de vie avec la période Préopératoire ; 4) les personnes testées sont volontaires, motivées et n'hésitent pas à s'exprimer ; et 5) ces patients ont bénéficié de soutien et de conditions de réhabilitation très hétérogènes. Ces données complexes sont difficilement reproductibles et exploitables dans des études multicentriques (Lebeau *et al.*, 2000). Des variables incontrôlées interfèrent sur les résultats potentiels fonctionnels, comme l'âge, l'état de santé préalable, les caractéristiques de la parole Préopératoire, la dentition, la fibrose consécutive à l'irradiation, et la fonction labiale. La vie encore active et la motivation sont essentielles aux résultats, et certains patients améliorent leur parole indépendamment du type de reconstruction (Furia *et al.*, 2001 ; McConnel *et al.*,1987 ; Teichgraeber *et al.*, 1985).

Conclusion chapitre III

Ce chapitre nous a permis de comprendre les différentes composantes et structures anatomiques de la langue et leurs fonctions. De nos jours, les progrès du monde médical proposent des prises en charges assez complètes des patients atteints d'une tumeur linguale. En effet, entre l'atteinte des substances muqueuses, osseuses et les plexus musculaires de la langue favorisant les tumeurs infiltrantes, la glossectomie associée à des traitements adjuvants restent les traitements fondamentaux des carcinomes épidermoïdes de la langue.

La quantification des perturbations engendrées ne se limite pas qu'à l'atteinte des substances mais plutôt à celle de l'organe dans sa globalité. L'atteinte des structures contigües (plancher buccal et mandibule) et dans certains cas la reconstruction entraine plus de dépréciation des fonctions vitales et la production de la parole que l'impact d'une glossectomie isolée. Les chances de guérison dépendent fortement de la précocité du diagnostic, plus ce dernier est précoce plus les conséquences sont minimes.
Suite aux répercussions de la chirurgie sur la déglutition et la production de la parole, une prise en charge orthophonique et aussi nécessaire pour certains patients. Il convient aussi de s'intéresser à la qualité de vie du patient après exérèse carcinologique de la langue.

Résumé chapitre IV

Nous avons exposé au sein du chapitre précèdent l'anatomie et les pathologies linguales ainsi que leurs traitements. Dans ce chapitre nous présentons une revue analytique de la littérature sur la production et l'intelligibilité de la parole après glossectomie. Nous avons résumé ci-dessous (tableau 2) les principales études. Nous nous sommes interrogée sur les répercussions qui peuvent subvenir après une ablation linguale partielle ou totale. À travers ces travaux et dans le cadre des perturbations, nous exposons les effets de la glossectomie sur l'articulation, et donc sur les caractéristiques des sons du langage qui peuvent être altérées après cette exérèse. Une question que nous nous posons est la suivante : le site de la lésion, la taille de l'exérèse et le type de reconstruction ont-ils des impacts sur la parole ?

Par la suite, nous expliquons le lien entre la mobilité linguale et l'intelligibilité de la parole. Nous abordons également, dans le cadre des possibles réajustements, les interrogations suivantes : Existe-t-il une récupération spontanée après la chirurgie partielle de langue ? Quelle sont Les stratégies de compensations articulatoires mises en place après glossectomie partielle ou totale. Les réponses à tous ces questionnements devraient apporter quelques éclaircissements à notre problématique de recherche.

IV. État des travaux menés sur la production de parole après glossectomie partielle ou totale

Après avoir fait le tour de l'anatomie de la langue et de ses pathologies, nous avons présenté une revue et une analyse de la littérature sur les traitements des cancers endo-buccaux par glossectomie partielle ou totale. Nous n'avons retenu que les principales études qui ciblent l'évaluation fonctionnelle de la cavité orale, soit de 1964 à 2014 (*cf.* Tableau 8). Les recherches sont d'abord orientées sur l'intelligibilité de la parole, l'articulation et la fonction de déglutition ; elles établissent l'intérêt de la glossectomie totale comme traitement de carcinomes étendus de la langue (1964 - 1981). Les techniques de reconstruction évoluent parallèlement au développement de protocoles d'examens et de questionnaires sur la qualité de vie mentionnés dès 1985. Puis, les articles récents, fondés sur l'analyse des distorsions acoustiques du signal de parole insistent sur la nécessité de disposer d'outils objectifs : ils rendent effectifs la compréhension des mécanismes de compensation mis en jeu par les locuteurs et l'étude précise de l'impact sur les gestes articulatoires de la parole des différentes procédures chirurgicales et reconstructives.

Tableau 8 : Principales études de patients traités pour un cancer de la cavité endo-buccale : traitements et évaluations fonctionnelles. Nom du premier auteur - (Nombre de patients) – N.S. (Non Spécifié) - G.= (Groupe) -Tumeur : (site et classification des tumeurs). Informations tirées de Acher (2009) et de Fauvet (2001).

Auteurs, année	Acte chirurgical	Tumeur	Autres Traitements	Objet de l'étude
Duguay 1964 (1) USA	Glossectomie et pelvictomie partielles	Carcinome du plancher de bouche et de la glande sous-maxillaire gauche	N.S.	Intelligibilité de la parole après glossectomie
Donaldson 1968 (14) USA	Glossectomies totales Larynx préservé (13) Ablations de l'os hyoïde (12)	Étendue (> 50% de la langue)	N.S.	Intérêt de la glossectomie totale
Skelly 1972 (25) USA	Glossectomies totales Hémimandibulectomie (9) dont (1) épiglottectomie	N.S.	N.S.	Apport de l'étude des paramètres vocaux à l'amélioration de la parole chez des sujets glossectomisés

Kothary 1974 (26) Inde	Glossectomies totales Laryngectomies post-opératoire s (9) en raison de pneumopathies d'inhalation	Étendue langue et plancher de bouche	Radio- ou chimiothérapie préventive dans les cas de cancer secondaires (15)	Intérêt de la glossectomie totale en cas de carcinome avancé de la langue
Effron 1981 (12) USA	Glossectomies totales (12) Larynx préservé (9) Laryngectomie sus-glottique (1*) Laryngectomie totale (2)	Large	Radiothérapie pré-opératoire (1) post-opératoire (7) Chimiothérapie pré-opératoire (1) post-opératoire (3)	Intérêt de la glossectomie totale en cas de carcinome avancé de la langue avec prise en charge post-opératoires
Conley 1982 (N.S.) USA	Glossectomie quasi-totale Glossectomie totale	T3 - T4	N.S.	Introduction d'une nouvelle technique de reconstruction linguale
Teichgraeber **1985** **(51)** **USA**	Chirurgie seule (20) Patients opérés (31) Suture directe (15) Greffe de peau (9) Lambeau de langue (5), naso-labial (1) et myocutané du grand pectoral (1)	T1, T2, T3 T4, Tx, N0, Nx dont langue mobile (26), base de langue (9), plancher de bouche (6)	Radiothérapie seule (20) 39% Radiothérapie combinée (11) 22%	Développer des tests pour évaluer les fonctions et l'état général des patients après traitements pour cancer de la cavité endo-buccale.
Mc Connel **1987** **(15)** **USA**	Glossectomies partielles et totales Reconstruction par lambeaux d'hémi-langue, de peau ou myocutané. Mandibulectomie latérale (N.S.)	Carcinomes de la langue et / ou du plancher de bouche T2, T3, N0, N1, M0, M6	Radiothérapie (N.S.)	Comparaison fonctionnelle de 3 méthodes de reconstruction de la langue.
Allison **1987** **(12)** **USA**	Glossectomies : -quasi-totale (2) - V lingual (4) -de 50 à 100 % de la langue mobile (6) Mandibulectomie antérieure (11) Laryngectomie sus-glottique préventive (1)	(N.S.)	(N.S.)	Déterminer les facteurs les plus importants pour la restauration des fonctions de parole et de déglutition après reconstruction de la mandibule et de la langue.
Sultan **1989** **(17)** **USA**	Glossectomie totale (17)- G.1: laryngec- tomie totale (10) dont 1 AVC-G.2: larynx et nerf laryngé supérieur préservés (7) dont os hyoïde conservé, (6) dont 1	Primaire (10) T3 (4) T4 (6) Récurrente	G. 2 Radiothérapie pré-opératoire (2), post-opératoire (4)	Études oncologique et fonctionnelle en cas de glossectomie

	laryngectomie sus-glottique secondaire	(7)		totale
Halmet S.L.& al.,1990, **USA**	Glossectomie partielle pour tumeurs langue mobile ou plancher, diverses techniques de reconstructions	(2) T2N0M0, (3) T3N2M0	Radiothérapie post-opératoire	Étude de la mobilité linguale en production de la parole après glossectomie partielle
Imai S & Al., 1992 **Japon**	Glossectomie partielle (9).1 G. subtotale, (7) hémi G. Résections partielles de plancher associées dans (15) cas. Résections partielles de mandibule dans (4) cas suivie de différentes reconstructions	N.S.	Radiothérapie post-opératoire	Étude des fonctions articulatoires après une resection liguale et pelvi-linguale
Weber **1991** **(27)** **USA**	Glossectomie totale (14), quasi-totale (13) Larynx préservé (27) dont suspension (12) Laryngectomie secondaire (2) Prothèse palatale (18)	T3 (12) T4 (11) Inconnue (3) N0 15, N1 (4), N2a (1), N3b (6), Nx (1)	Radiothérapie post-opératoire (18)	Déterminer l'efficacité de la glossectomie totale ou presque avec préservation du larynx sur la déglutition et la parole
Tiwari **1993** **(21)** **Pays-Bas**	Glossectomie totale Larynx préservé (21) 100%	T3 - T4 Langue, base de langue	Radiothérapie post-opératoire (21) 100%	Évaluation des résultats des traitements
Greven **1994** **(6)** **Pays-Bas**	Glossectomie totale Larynx préservé (6) 100%	Étendue	Radiothérapie post-opératoire (6) 100%	Évaluation de l'articulation, de la parole et de la réhabilitation
Wakumoto **1996** **(10)** **Japon**	Glossectomie partielle (4). Hémi-glossectomie (3), de la langue mobile (3). Pelvictomie : hémi (7), partielle (2). Reconstruction : suture directe (5), lambeau de l'avant-bras (5)	G.1 T1 T2 T4 N0 N1 M0 G.2 T2 T3 T4 N0 N1 M0	N.S.	Évaluation quantitative par un système informatisé de la fonction articulatoire des patients après glossectomie
	Glossectomie totale			

Ruhl **1997** **(54)** **USA**	(54) 100% Larynx préservé (33) Laryngectomie totale (21). Reconstruction : lambeau myo-cutané du grand pectoral (41) du front (5), du delto-pectoral (5), libre (2). N.S. (1)	Primaires T3 (23) T4 (31) N0 (16) N1 (17) N2 (21)	Radiothérapie post-opératoire (54) 100%	Déterminer les chances de survie et l'impact de la glossectomie totale sur la qualité de vie des patients
Kiyokawa **1999** **(3)** **Japon**	Glossectomie totale avec préservation du larynx (3) Reconstruction : lambeau myocutané grand droit abdomen	N.S.	N.S.	Étude fonctionnelle de la reconstruction sur la déglutition et sur l'articulation
Knuuttila **1999** **(9)** **Finlande**	Glossectomie partielle 25 à 60%, hémi-langue, partie antérieure ou postérieure. Reconstruction : lambeau myo-cutané du grand pectoral (8) Mandibulectomie avec prothèse en titane (1), transplant osseux (1)	T2, T3, N0, N1, N2, M0 Plancher de bouche (6) mandibule (2) palais mou (2) palais dur (1)	Radiothérapie post-opératoire (7)	Évaluation des modifications de l'intelligibilité de la parole et des propriétés acoustiques des voyelles après glossectomie partielle.
Lebeau **2000** **(8)** **France**	Glossectomie partielle ou totale Pelvitomie Mandibulectomie Reconstruction (N.S.)	(N.S.)	Radiothérapie (N.S.)	Évaluer la production de la parole après glossectomie et reconstruction
Furia **2001** **(27)** **Brésil**	G1 : Pelviglossectomie totale (6) G2: Glossectomie sub-totale- pelvitomie (9) G3 : Glossectomie partielle (12) dont pelvitomie (10) Reconstruction lambeau myo-cutané grand pectoral (15), langue (6), transplant micro-chirurgical (3), suture directe (3)	T1 (3), T2 (4) T3 (8), T4 (11) Tx (1), N0 (15), N1 (5) N2a-c (6), N3 (1), M0 (27)	Radiothérapie pré-opératoire (3) post-opératoire (22)	Évaluer l'intelligibilité de la parole avant et après réhabilitation orthophonique
Savariaux **2001** **(9)** **France**	Glossectomie partielle ou totale ou pelviglossectomie ou mandibulectomie partielle Avec ou sans reconstruction : Hémi-gingivectomie du maxillaire supérieur étendu jusqu'au sinus (1)	(N.S.)	(N.S.)	À partir d'un protocole expérimental et d'une procédure d'analyse du signal, étudier les distorsions de l'articulation de la parole
Hsiao **2003** **(16)** **Taiwan**	Hémiglossectomie (50%) Reconstruction : lambeau radial de l'avant-bras	Carcinome des 2/3 antérieurs du bord latéral de la langue	(N.S.)	Étude de la déglutition et de l'articulation après ce type de

				reconstruction
Calmet – Smadja 2003 (16) France	Glossectomie - langue mobile : 50% (4) ⅔ (2) ¼ (1) - bord libre ou antérieur ou postérieur (8) - face ventrale (1) - base de langue : (6)	T4N2M0 (1) T4N0M0 (1) T3N0M0 (1) T2N1M0 (3) T2N0M0 (9) T1N0M0 (1)	Radiothérapie (5)	Étude des corrélations entre la qualité de vie, l'évaluation fonctionnelle et l'intelligibilité de la parole
Acher 2014 (11) France	Glossectomie - langue mobile -Pelvi- glossectmie - Pelvi-glosso-Mandibulectomie	T4N0M0 (6) T3N0M0 (5)	Radiothérapie	Corrélats cérébraux de l'adaptation de la parole après exérèse de la cavité orale

IV.1 Les répercussions de la tumeur sur l'articulation de la parole

Il existe peu de travaux sur l'articulation en phase Préopératoire de patients porteurs de tumeurs de la langue mobile. En effet, en préopératoire, selon Bressmann *et al.,* (2002) la parole est jugée normale, les productions sont généralement comparables aux locuteurs normaux. De ce fait, dans l'étude américaine de Heller *et al.,* (1991), pour l'évaluation de 10 patients en phase Préopératoire et ayant une lésion au niveau de la langue mobile de moins de 3 cm, l'examen de diadochocinésies (c'est-à-dire la capacité de production verbales avec alternation) est réussi sans déformations et l'étude phonétique des productions est jugée normale pour 9 patients. Hamlet *et al.,* (1990) réalisent la même expérience décrite précédemment et concluent que la parole de 4/5 des patients avec des tumeurs classées T2 ou T3 a été jugée normale en Préopératoire, un seul patient présentait une distorsion au niveau de la parole. Cependant, Hamlet *et al.,* (1990) ont découvert une réduction de la mobilité linguale pour la syllabe (ki), en phase Préopératoire due à l'existence de la tumeur pour 4/5 des patients. La tumeur peut ainsi provoquer une sensation de douleur ou de désagrément qui pousse le patient à réduire ses mouvements. Cela a été également démontré dans l'étude de Pauloski *et al.,* (1993) et Wakumoto *et al.,* (1996) chez des patients avec des tumeurs de la base de langue et du plancher buccal.

IV.2 Quels sont les sons du langage altérés après glossectomie partielle ?

D'après Leonard, Goodrich *et al.,* (1992) cités dans les travaux de Furia *et al.,* (2001), les excisions de la base de la langue altèreraient plutôt les productions de segments consonantiques alors que les exérèses postérieures altèreraient plutôt les segments vocaliques. En effet, d'après Savariaux *et al.* (2001), plus on effectue des changements au niveau du corps de la langue et plus la parole sera altérée. Concernant le lieu d'articulation, les segments les plus altérés avec une exérèse de la base de langue sont les segments apico-alvéolaires. En Post-Op1, selon Stone et al., (2008) la cicatrisation a des répercussions sur les sons apicaux. Particulièrement, les consonnes [t], [l], [s] sont les consonnes les plus affectés d'après l'étude de Korpijaakko-Huuhka et al., (1998) chez une cohorte de patients d'origine finlandais suivis pour tumeurs de la mandibule, du plancher et de la langue (pelvi-glosso-mandibulectomie), les segments consonantiques [t, d, s, z] sont atténués pour Pauloski *et al.,* (1993). Selon Calmet-Smadja (2005), les consonnes [d] et [t] sont difficiles à identifier en position intervocalique et [s] est parmi les consonnes les plus mal déterminées pour une cohorte de 16 patients avec des résections de la langue mobile et quelque base de langue. Dans une étude menée par Pauloski *et al.* (1993) sur l'anglais, les consonnes vélaires [k, g] et les affriquées [t], [d] (de l'anglais) sont aussi perturbées lors d'exérèses de langue antérieure. Les travaux de (Korpijaakko-Huuhka *et al.,* 1998) ont dévoilé que la consonne [k] a été jugée détériorée après une hémiglossectomie. Skelly *et al.,* ont montré que [r] et [l] étaient très altérés en anglais. Lunn, Wrench *et al.,* (1998) précisent qu'après une glossectomie, la consonne latérale [l] préserve son intelligibilité, si un des bords latéraux de la langue est convenablement abaissé afin de permettre le passage de l'air sur le côté.

Bressmann *et al.,* (2005 et 2007) ont mené une étude sur l'anglais en utilisant échographie 3D comme dispositif de mesures. Les résultats observés étaient les suivants :

En ce qui concerne les mesures d'antériorité : il a été relevé que chez les locuteurs sains, le maximum est aperçu pour le [i] et le minimum pour le [a], [u] se situe est entre les deux voyelles. (Bressmann *et al.,* 2005) ont découvert chez une patiente ayant subi une glossectomie suivie d'une reconstruction par lambeau anté-brachial, en Préopératoire, le modèle est comparable aux locuteurs sains, [u] est un peu plus bas que [a]). En Post-Op1, généralement, les valeurs sont significativement plus élevées. En Préopératoire, la patiente montre une concavité

similaire aux locuteurs sains même plus marquée, le seul son où la langue est aplatie est [u]. Par rapport, au Post-Op1, la langue est quasiment plate excepté pour le [a]. En ce qui concerne les mesures d'asymétrie, une différence significative entre la phase Préopératoire et Post-Op1 a été relevée. En effet, lors de Post-Op1, les valeurs d'asymétrie sont significativement plus élevées par rapport à celle constatée chez les locuteurs sains. En phase Préopératoire, les bords latéraux de la langue agissaient d'une manière symétrique, les points médians constituaient un rassemblement parallèle aux mesures latérales et ce pattern correspondait à celui des locuteurs sains.

Les segments consonantiques [s] et [ʃ] ont fait l'objet d'une étude comparative entre les productions des sujets sains et les productions Préopératoires des patients. Les tendances prévues sont les mêmes qui consiste à la formation d'un chenal médian pour les deux sons et pour [ʃ], la base de langue et l'apex s'inclinent. Lors de la phase post-opératoire, on dissymétrie et cambrure a été constatée puisque la formation d'un chenal n'est pas facile à réaliser).

IV.2 La relation entre la mobilité linguale et l'intelligibilité de la parole

Korpijaakko-Huuhka *et al.,* (1998) rapportent que la distorsion articulatoire est nettement en rapport avec la perte de mobilité linguale. Bressmann *et al.,* (2004) signalent une corrélation entre la mobilité linguale et l'intelligibilité des segments consonantiques : la conservation d'une bonne parole après glossectomie dépendrait fortement de la préservation de la mobilité linguale. Bressmann *et al.,* (2004) sont en accord avec Imai *et al.,* (1992) sur cette conclusion ; ces derniers précisent que c'est la mobilité qui est plus importante que le volume particulièrement dans la production des occlusives. La préservation du muscle génioglosse chez les patients glossectomisés témoigne d'une mobilité significativement meilleure. La perturbation de la mobilité et particulièrement celle du dos et de la base de langue a été appréciée à travers l'échographie, corrélativement à l'intelligibilité dans les travaux de Schliephake *et al.,* (1998). Ces derniers ont réalisé une analyse prospective à partir d'une cohorte de 40 patients présentant une tuméfaction au niveau du plancher buccal, associée à une lésion linguale. Dans une autre étude japonaise, Imai *et al.,* (1992) ont comparé les relevés palatographiques et les résultats des scores perceptifs donnés par un jury. L'objectif de cette investigation était de définir les patterns articulatoires des patients partiellement glossectomisés. Cette étude a montré que les patients glossectomisés réalisent des sons jugés

moins altérés que ce que les résultats palato-linguaux visualisés par EPG présentent. Dans cette étude, le segment consonantique [t] est perceptivement jugé comme étant le son le plus altéré. Cela peut s'expliquer par le fait que le [t], la consonne apico-alvéo-dentale, implique un mouvement rapide de relâchement de l'occlusion, ce qui nécessite une célérité linguale assez importante, raison pour laquelle la compensation du segment [t] reste une tâche plus complexe par rapport aux autres consonnes.

IV. 3 Existe-t-il une récupération spontanée après la chirurgie partielle de langue ?

Lors du Post-Op1, les patients manifestent une perturbation et une désorganisation de la parole plus ou moins importante. Selon Hamlet *et al.,* (1990), un seul cas de leur cohorte était capable de tirer la langue après l'intervention chirurgicale. Les patients ont été évalués en Post-Op1 entre 2 et 7 semaines après l'opération. Le Post-Op2, s'est déroulé entre un mois et 2 mois et demi après traitements par radiothérapie, une récupération de la qualité de la parole étant constatée lors de l'évaluation de la parole par un jury, et la visualisation des mouvements de la mandibule en vidéo fluoroscopie (Hamlet *et al.,* 1990).

IV.4 Le site de la lésion, la taille de l'exérèse et le type de reconstruction ont-ils des impacts sur la parole ?

À propos du lieu de la résection, Sun *et al.,* (2007) ont montré que les patients ayant des tumeurs antérieures ou de l'hémi-langue ont des résultats plus faibles, par rapport à ceux qui ont des tumeurs postérieures. Les patients avec conservation de la pointe de langue et du plancher ont des résultats meilleurs que ceux sans conservation. Suite au retrait de la partie postérieure de la langue (reliée à l'os hyoïde, et la partie donc qui est moins mobile que la partie libre de la langue), on observe que ce geste chirurgical va engendrer des troubles au niveau de la production des segments vocaliques (les résonances pouvant être restituées grâce aux lambeaux). La partie antérieure de la langue joue un rôle indispensable dans la production des segments consonantiques. Même avec reconstruction, cette capacité d'agilité perdue est difficile à rétablir. Pour Schliephake *et al.,* (1998), les perturbations latérales provoquent moins de limitation au niveau de la mobilité linguale et de la production de parole, en comparaison avec des exérèses médianes ou bilatérales. Leonard *et al.*, cités dans Korpijaakko-Huuhka *et al.,* (1998), démontrent que la chirurgie a plus de répercussions sur la parole, puisqu' elle affecte les structures contiguës de la langue, que la taille et le site de la glossectomie en eux-mêmes. En ce

qui concerne la dimension de l'exérèse, plus l'excision est grosse plus les altérations au niveau de la mobilité et de l'articulation sont importantes. L'étude de Diz Dios *et al.,* (1994) ont estimé les suites fonctionnelles et articulatoires de 11 glossectomies partielles en comparaison avec des locuteurs sains. Ils ont dévoilé que l'intelligibilité de la parole était reliée au nombre de tissus amputés. Pour Savariaux *et al.,* (2000), plus la taille de l'ablation est importante plus les productions des segments vocaliques et consonantiques seront détériorées, et particulièrement, celles produites dans la région vélaire. Konstantinovic et Dimic (1998) ont effectué, à partir d'une cohorte de 60 patients 6 mois après résection linguale partielle suivie de traitement par radiothérapie, une évaluation articulatoire et praxique. Le résultat de cette expertise a montré qu'au niveau fonctionnel, le type de reconstruction est plus important que la taille de l'exérèse. De ce fait, les auteurs ont remarqué que les plus mauvais scores articulatoires et praxiques sont constatés lorsque la reconstruction a été réalisée avec un lambeau de grand pectoral, comparé à des sutures ou à des reconstructions avec des lambeaux régionaux qui devraient être réservées aux résections les plus importantes. Chuanjun *et al.,* (2002), qui ont confronté l'intelligibilité des productions d'une population de 19 patients après une glossectomie partielle avec et sans reconstruction, remarquent aussi que l'intelligibilité de la production de la parole est meilleure chez les patients qui n'ont pas eu de reconstruction, par rapport à ceux qui en ont reçu une. Pour Chuanjun et ses collègues, la reconstruction avec lambeau interagit avec la mobilité et la flexibilité linguales, surtout au niveau de la cicatrice. Pour Bressmann *et al.,* (2007) qui ont évalué l'articulation de patients glossectomisés en échographie 3D, les patients avec une fermeture par sutures ont le même pattern en Post-Op1. En revanche, les patients avec une greffe ont un nouvel élément du bord opéré ; le lambeau forme une portion statique, il est inerte et n'a pas de synchronisation avec la langue résiduelle, ce qui freine les structures contiguës. Le lambeau atteint le milieu de la langue, la réalisation du chenal médian, il contribue à l'augmentation de l'irrégularité. Dans d'autres travaux, certains auteurs ont trouvé de meilleurs résultats malgré la reconstruction par lambeau. Aussi, Wakumoto *et al.,* (1996) ont effectué une étude longitudinale acoustique et palatographique (EPG) de l'articulation de la parole chez 10 patients partiellement glossectomisés avec ou sans reconstruction par un lambeau anté-brachial. Ils ont pu voir que les patients avec reconstructions ont la capacité d'améliorer leur intelligibilité dans les 12 mois post-opératoires suivant l'opération, et un bon

contact palato-lingual est constaté. Cela n'a pas été remarqué chez les patients suturés. Bressmann (2002), à travers une étude sur un échantillon de 10 patients enregistrés, explique que les patients avec une langue reconstruite par un lambeau présentaient un nombre moyen d'erreurs articulatoires plus bas que les patients avec reconstruction linguale locale. Pour Schliephake *et al.,* (1998), le dispositif d'échographie permet de mieux voir et expliquer les mouvements linguaux en fonction des types de reconstruction. Ainsi, les lambeaux libres préservent une meilleure mobilité pour la restauration des résections médianes ou bilatérales. Au niveau de l'intelligibilité de la parole, les lambeaux locaux offrent de bons résultats. La reconstruction par lambeau infra-hyoïdien dans les études de Deganello (2007) et de Zhao *et al.*, (2001) témoigne de bons résultats fonctionnels. Pour eux, l'anatomie du lambeau permet de reprendre un bon équilibre après une hémi-glossectomie. Cependant, il n'existe aucune reconstruction qui puisse réajuster la perte de l'activité motrice d'un nerf. Des travaux menés par Buchaillard *et al.,* (2007), à partir de l'utilisation d'un modèle 3D et dont le but est de dévoiler les effets d'une exérèse linguale sur les mouvements de la langue, montrent que les modifications portées par la chirurgie sont plus ou moins conséquentes, cela dépendant de l'activité des muscles atteints. À partir d'un modèle illustrant le mouvement lingual après une hémiglossectomie gauche, une discordance au niveau du mouvement et de la géométrie linguale est relevée. Cette discordance est déterminée par une courbure de l'apex et du dos de la langue et par une déflexion prononcée de la pointe de la langue, par rapport au plan médian. Une hémiglossectomie génère donc une déflexion linguale dans le plan frontal. Les caractéristiques physiologiques d'un lambeau ont un retentissement important sur l'amplitude du mouvement de la langue dans la région vélaire. La raideur du lambeau n'affecte pas la torsion de la pointe de la langue mais le modèle montre que plus le lambeau est raide moins est l'élévation maximum de la partie droite du dos de la langue, ce qui limite la déviation. De ce fait, en cas d'absence de reconstruction, des réajustements doivent être déployés par les patients, afin de rétablir cette torsion. Selon les travaux de Buchaillard *et al.,* (2007), une compensation de la masse restante de la langue au niveau palatal est essentielle pour que le patient soit capable de réaliser une occlusion. Dans le cas d'une reconstruction, la masse ne constitue pas un problème même avec des lambeaux raides.

IV.5 Les stratégies de compensations articulatoires mises en évidence après glossectomie partielle ou totale

Nous pouvons étudier les stratégies de compensation après une glossectomie partielle ou totale, grâce à un suivi longitudinal des patients, à l'utilisation concrètes de techniques et de dispositifs tels que l'échographie par Ultrason, IRM, etc. L'objectif de l'étude longitudinale de Rastadmehr *et al.,* (2008) est d'exposer l'effet des glossectomies partielles latérales sur le mouvement sagittal de la langue, lors de la production de la parole. Une cohorte de 10 patients ayant subi une exérèse linguale latérale a participé à l'étude. Le corpus utilisé lors de cette investigation se compose de la lecture de phrases, les participants étant enregistrés en Préopératoire et après l'opération aussi. 6 locuteurs contrôles ont également participé à cette étude. Les résultats de cette étude révèlent que les patients avec ce type d'exérèse réajustent leur articulation défaillante en augmentant la vélocité de leur langue résiduelle. Cette étude pilote a permis de comprendre un peu mieux les compensations articulatoires après une glossectomie partielle. L'étude de Murano *et al.*, (2008) avait comme but d'examiner les impacts des glossectomies partielles sur les stratégies de déviation linguale, grâce à l'utilisation de l'IRM. 2 patients souffrants d'une tumeur latérale et plusieurs sujets contrôles composent la population étudiée. En effet, ils ont relevé que la langue met en place des stratégies de compensation : elle met en mouvement le tissu résiduel, ainsi que le lambeau et les tissus cicatriciels suite à sa déformation. Selon les travaux de Savariaux *et al.,* (2001), la génération d'un bruit de friction pour compenser l'absence du *burst* peut être considérée comme une stratégie de compensation, lors de la production des occlusives. Pour Bressmann (2005), la partie de la langue reconstruite bougerait de manière passive. La partie résiduelle de la langue et le milieu de la langue dirigeraient la compensation articulatoire, lors de la production des sons de la parole. L'étude pilote de Fauvet *et al.*, (2006), à partir d'un patient ayant subi une glossectomie totale avec conservation du larynx et suivi d'une reconstruction, indique que les procédés de compensation renforcent les aigus des formants F1et F2, lors de la production des voyelles. Le patient utilise comme stratégie de compensation, afin de différencier [i] de [u], des variations qui n'apparaissent pas en parole standard, comme celles de F1, soient des variations de l'aperture du conduit vocal. Les compensations aux niveaux temporels et articulatoires

observées corroborent celles de la littérature avec l'allongement du VOT, et la production d'un bruit de friction à la place du silence acoustique d'une occlusive non-voisée.

Conclusion chapitre IV

Á travers ce chapitre, nous avons évoqué les principaux points qui traitent de la production de la parole après glossectomie, en faisant le tour des travaux réalisés sur l'articulation après exérèse carcinologique localisée dans le conduit vocal. Les investigations citées dans ce chapitre nous ont permis de répondre aux questions soulevées et de mettre en exergue les faits suivants :

- le degré de perturbation articulatoire dépend fortement de la dimension de la tumeur, les traitements adjuvants et les délais Post-opératoires ;

- les glossectomies partielles, en particulier les résections des bords latéraux, affectent particulièrement l'articulation de la parole ;

- une bonne intelligibilité de la parole est intrinsèquement liée à la préservation de la mobilité linguale ;

- le temps et la rééducation orthophonique affectent positivement l'articulation et l'intelligibilité de la parole ;

- généralement, après une petite résection de la langue, il est possible que la langue résiduelle s'adapte et surmonte la perturbation (le cas d'une hémiglossectomie) ;

-la reconstruction par un lambeau n'empêche pas le patient de s'adapter aux nouvelles configurations de sa cavité buccale, grâce aux stratégies de compensation déployées.

La partie 3, qui constitue nos études expérimentales, devrait nous permettre, à partir de l'élaboration des paradigmes linguistiques, de la mise en place du protocole expérimental, de rationaliser nos résultats en tentant de comprendre les distorsions des segments vocaliques et consonantiques à partir d'analyses articulatori-acoustiques.

Partie 2

Partie 2

PROCEDURE EXPERIMENTALE ET EXPLOITATION DES DONNÉES

Chapitre V : Procédure expérimentale

Résumé chapitre V

Dans ce chapitre, nous exposons la procédure expérimentale suivie. Y sont décrits le protocole expérimental, à savoir les conditions générales d'acquisition des données, le matériel utilisé. Puis, nous précisons les paradigmes linguistiques (le corpus, les sujets, les paramètres et les mesures retenues pour l'exploitation des données recueillies). Plusieurs hypothèses sur le plan de la production et de la perception de la parole sont formulées.

Pour la réalisation de notre étude et la collecte des données, nous avons établi une collaboration avec le service d'Oto-Rhino-Laryngologie (O.R.L) et de chirurgie cervico-faciale de plusieurs établissements hospitaliers, à savoir : les Hôpitaux Civils de Colmar (l'Hôpital Louis Pasteur), l'Hôpital Universitaire de Hautepierre et le Groupe Hospitalier Saint Vincent (Clinique Sainte Barbe de Strasbourg). Les enregistrements des locuteurs glossectomisés ont eu lieu en milieu hospitalier dans les phases d'enregistrements Préopératoires, puis dans la salle de consultation du médecin ou en cabinet d'orthophonie, lorsqu'une rééducation orthophonique était nécessaire, pour les enregistrements post-opératoires. Les locuteurs contrôles ont été enregistrés dans la chambre insonorisée de l'Institut de Phonétique de Strasbourg.

En ce qui concerne le corpus, les locuteurs devaient accomplir trois tâches : la première était de prononcer à dix reprises au maximum et soutenir d'environ cinq secondes les trois voyelles extrêmes [i - a - u]. La deuxième tâche consistait à répéter entre cinq et dix fois au maximum une série de vingt logatomes de type VCV. La troisième était de lire le texte « *les trois petits cochons* ».

Notre démarche expérimentale s'effectue dans un cadre articulatori-acoustique, et plus précisément, dans l'objectif de tirer des enseignements au niveau articulatoire à partir de résultats d'analyse du signal acoustique. Nous tentons également d'extraire d'éventuels traits caractéristiques de la production de la parole par des patients glossectomisés. Dans cette optique, nous nous sommes focalisée sur les variations multidimensionnelles des événements

V.1 Procédure expérimentale

Il s'agit ici de la procédure expérimentale générale mise en place en fonction de l'objectif principal de notre travail. Suite aux contraintes hospitalières et médicales rencontrées au cours de notre investigation, la mise en place de nos méthodes d'acquisition de données a été rendue complexe. En effet, les contraintes liées au recueil des données sont nombreuses. Tout d'abord, le patient lors de l'hospitalisation est sollicité à plusieurs reprises. Il entre en contact avec différents membres du personnel hospitalier et doit subir plusieurs examens. Cela rend les patients réticents à l'idée de participer à notre expérience qui ne relève pas d'une de leurs priorités durant leur séjour à l'hôpital et pendant la durée de leur traitement. Par ailleurs, l'état psychologique du patient est également à prendre en considération s'il manifeste une certaine anxiété préopératoire ou post-opératoire. Ces conditions ont ainsi rendu la collecte de données compliquée, surtout dans les phases post-opératoires, comme nous l'avons expliqué précédemment (*cf.* III.7.4).

V.1.1 Conditions d'enregistrement

Notre recherche a été menée en collaboration avec trois établissements hospitaliers à Strasbourg et à Mulhouse : les services d'Oto-Rhino-Laryngologie et de Chirurgie Plastique et Maxillo-Faciale du CHU de Hautepierre, le Groupe Hospitalier Saint Vincent (Clinique Sainte Barbe et Sainte Anne) de Strasbourg et les Hôpitaux Civils de Colmar (Hôpital Louis Pasteur). Les enregistrements de la production orale des patients ont été réalisés au sein des établissements hospitaliers cités *supra*.

Avant de procéder aux enregistrements, les patients ont tous donné leur accord en signant un consentement libre et éclairé (*cf.* Annexe partie 2). En phase Préopératoire, donc la veille de l'intervention, les patients ont été enregistrés dans leur chambre au moment de leur admission hospitalière. En phases post-opératoires (1, 2 et 3), les enregistrements ont été réalisés lors du rendez-vous de contrôle, donc après l'examen médical, dans la salle de consultation du médecin. Pour des raisons humaines et logistiques, il s'est avéré difficile d'assurer les mêmes conditions pour toutes les séances d'enregistrement. En effet, le contexte et l'atmosphère des consultations étaient éprouvants pour les patients. Certains enregistrements post-opératoires ont été effectués dans le bureau de l'orthophoniste des établissements hospitaliers, après la séance de rééducation. Certains de nos patients ont été enregistrés dans la chambre insonorisée de l'Institut de Phonétique de Strasbourg (IPS), mais avec le même matériel d'enregistrement que pour les autres patients.

Dans certaines situations, la fatigue provoquée par la répétition, la spécificité des circonstances de collecte des données et la nature de la pathologie nous ont obligé à réduire le nombre de répétitions. Cela justifie les limites du choix de notre corpus. Les enregistrements des locuteurs contrôles ont eu lieu dans la chambre insonorisée de l'Institut de Phonétique de Strasbourg. Ces locuteurs ont été appariés en genre, en âge et en langue première (L1) avec nos patients.

V.1.2 Matériel et méthode

Comme il est mentionné *supra*, notre recherche a l'ambition d'analyser la performance des patients sur un plan articulatori-acoustique. En raison de la gravité de la pathologie chez les patients, nous n'avons pas pu acquérir de données articulatoires, ce qui nous aurait certainement permis d'approfondir certains axes de notre recherche (*cf.* Perspectives). En effet, il est souvent problématique d'extraire des informations articulatoires à partir des données acoustiques puisque les corrélations entre les évènements à ces deux niveaux ne sont pas linéaires (*cf.*, par ex., Sock, 1998). Nous nous sommes donc restreinte, dans ce travail, à des analyses acoustiques en essayant, autant que faire se peut, de mettre au jour des données acoustiques interprétables en termes articulatoires.

La collecte des données acoustiques est réalisée avec un enregistreur numérique Marantz Professional@ PMD661, relié à un microphone directif Sennheiser@ e845S. Les données sont directement enregistrées sur une carte Compact Flash@ sous forme de fichiers « *.wav* » lors de la prise de son. Afin de sécuriser au maximum les fichiers, un stockage de ces derniers a été effectué sur un disque dur externe. Les sujets se sont installés à leur aise, à environ 20 cm du microphone. Ils avaient comme consignes d'articuler de manière habituelle et de ne pas trop bouger, gardant ainsi une posture relativement fixe par rapport au microphone. Des pauses fréquentes ont été accordées afin de permettre aux participants de boire et / ou de se reposer. Nous avons prêté beaucoup d'attention au degré de fatigabilité des participants.

V.2 Corpus

En raison des contraintes hospitalières, notre corpus a été volontairement réduit par rapport à ce qu'il était dans nos études préliminaires, dans le souci de ne pas solliciter trop longuement la parole du patient qui souffre d'une douleur physique constante au niveau de la langue, couplée à

un désarroi psychologique. Notre corpus se compose de voyelles tenues, de logatomes et d'un texte lu.

V.2.1 Voyelles

Le corpus contient trois voyelles tenues, [i, a, u], qui permettent d'explorer l'espace vocalique maximal de chaque locuteur, à savoir ses capacités maximales d'ouverture et de « fermeture » du conduit vocal, ainsi que les déplacements maximaux de la langue, avec différentes configurations labiales. Il s'agit pour le locuteur de prononcer et de tenir d'environ cinq secondes la voyelle présentée. Nous avons fait répéter entre cinq à dix fois chaque voyelle en tenant compte des difficultés et du degré de fatigabilité du patient qui surgissent souvent dans les phases d'enregistrements post-opératoire. Les voyelles sont présentées aux participants sur des cartons dans leur forme graphique : -i- -a- -ou-, afin d'optimiser l'intelligibilité du corpus. Une telle présentation du corpus permet en outre d'éviter une phase de familiarisation avec les symboles phonétiques, ce qui aurait pu perturber le patient et par conséquent certaines de ses productions. Les cartons ont été présentés aux participants de façon aléatoire, afin d'éviter tout phénomène de liste ou d'ancrage.

V.2.2 Logatomes – Séquences VCV

Notre corpus est constitué aussi de vingt logatomes (ou séquences VCV), créés comme suit : si V1 est un [i], alors V2 est un [a] et vice versa. Cela nous permet de mesurer la trajectoire linguale couplée à celle de la mandibule, d'une position haute pour le [i], à une position basse pour le [a] et *vice versa*.

V1 = [i] et V2 = [a]

Ou V1 = [a] et V2 = [i]

La consonne est l'une des 6 occlusives du français [p, t, k, b, d, g] ou une des fricatives [s, ʃ, ʒ, z]

C = [p, t, k, b, d, g, s, ʃ, ʒ, z]

Notre corpus est alors composé des vingt logatomes suivants :

[iba]	*vs.*	[abi]
[ida]	*vs.*	[adi]
[iga]	*vs.*	[agi]
[ipa]	*vs.*	[api]
[ita]	*vs.*	[ati]

[ika] *vs.* [aki]
[isa] *vs.* [asi]
[i ʃ a] *vs.* [a ʃ i]
[i ʒ a] *vs.* [a ʒ i]
[iza] *vs.* [azi]

Les logatomes sont présentés aux sujets de la même façon que les voyelles tenues. Ils étaient inscrits sur des cartons que l'expérimentateur a montrés au patient de manière aléatoire pour éviter tout artefact expérimental éventuel. Le patient lisait donc ce qui était écrit sur chaque carton présenté.

V.2.3 Texte continu

Afin d'obtenir un flux de parole continu, stable et comparable pour tous les participants, un texte court, « *Les Trois Petits Cochons* », composé de 209 mots est finalement proposé aux patients. Il leur est demandé de le lire à une vitesse normale, comme s'ils racontaient une histoire à un enfant. Cette tâche n'a pas été toujours facile à réaliser par tous les patients ; en effet certains patients ne l'ont pas effectuée. Dans des travaux ultérieurs, nous projetons d'exploiter les données relatives aux pauses et à la fatigue vocale des patients glossectomisés (*cf.* Perspectives).

Les patients cités dans le tableau ont été enregistrés en plusieurs phases :

- l'enregistrement en phase Préopératoire (1), soit la veille de l'intervention, est considéré comme la parole de référence du patient ;
- l'enregistrement en post-opératoire (2), soit un mois, voire un mois et demi après l'intervention, devrait nous permettre de voir les perturbations engendrées par la chirurgie et la reconstruction ;
- l'enregistrement en post-opératoire (3), soit trois mois après l'intervention, devrait nous offrir la possibilité d'étudier les éventuelles récupérations et stratégies compensatoires ;
- enfin, l'enregistrement en post-opératoire (4), c'est-à-dire six mois après l'intervention, devrait nous permettre d'étudier l'amélioration dans la récupération et la stabilisation éventuelle des stratégies de réajustement.

V.2.4 Acquisition des données d'auto-évaluation du handicap de parole par le patient

En ce qui concerne le questionnaire employé pour que les patients glossectomisés puissent autoévaluer la qualité de leur parole, nous avons utilisé le SHI (*Speech Handicap Index*) développé par Rinkel *et al.* (2008), traduit en français par Degroote *et al.* (2012) et ajusté du VHI (*Voice Handicap Index*) de Jacobson *et al.,* (1997). Rappelons que le VHI est né de la volonté de quantifier l'aspect invalidant qu'un trouble vocal peut provoquer sur la qualité de vie et du désir de mesurer les conséquences psychosociales des troubles vocaux. Les initiateurs du *Speech Handicap Index* (SHI), questionnaire d'auto-évaluation du ressenti, sont partis du fait que les altérations de la parole s'avéraient communes chez les patients atteints de cancers oraux ou oro-pharyngés. À présent, le SHI est perçu comme étant le seul outil d'auto-évaluation spécifique aux problèmes de la parole dans le domaine des cancers oraux et oro-pharyngés (Dwivedi et Kazi, 2009).

Le but des auteurs était également de développer une échelle applicable et appropriée à une grande variété de troubles de la parole. La version du questionnaire SHI utilisée comporte 30 items. Ces derniers se répartissent en deux grands ensembles liés aux aspects psychosociaux (Ps) et à la parole (S). L'échelle de cotation est établie sur 5 points (0-4, où 0 correspond à « jamais de gêne », 1 à « presque jamais gêné », 2 à « parfois gêné », 3 à « presque toujours gêné », 4 à « toujours gêné »). Le score global des sous-totaux est de 120 ; plus le score est proche de 120, plus le handicap est élevé, et inversement.

V.3 Participants

Lors de la phase Préopératoire, les locuteurs glossectomisés enregistrés étaient au nombre de trente. Cependant, la totalité des enregistrements Préopératoires n'a pas pu être exploitée pour des raisons indépendantes de notre volonté (difficultés de recueil des suites post-opératoires). Nous avons déterminé un certain nombre de critères (détaillés *infra*). Les productions des locuteurs qui ne remplissaient pas ces critères ont été exclus de nos recherches. Leurs données sont conservées, afin de les exploiter éventuellement dans un travail futur. Au final, dix patients ont pu être retenus.

Afin de pouvoir obtenir une cohorte de participants comparables, certains critères ont été pris en compte.

Tous les locuteurs retenus étaient francophones. Toutefois, la situation linguistique de la Région d'Alsace fait que pratiquement tous nos locuteurs parlaient le français et l'alsacien.
Certains locuteurs n'ont pas pu être retenus, parce qu'ils ne sont pas parvenus à effectuer les tâches demandées. En effet, si les logatomes permettent de neutraliser l'apport sémantique du mot, ils sont parfois mal prononcés et lus avec difficulté, lorsque le patient ressent des douleurs et une gêne constante, dues à la présence d'aphtes dans la cavité buccale ou suite aux radiations. Enfin, notre corpus présuppose que les locuteurs soient suffisamment à l'aise avec la lecture.

Tous les locuteurs ont été informés de l'objet de notre étude dans les termes généraux suivants : « une étude de vos productions après une opération de la langue ». Tous les sujets ont signé une autorisation d'enregistrement.
L'ensemble des participants ne souffre d'aucune maladie neurologique ou psychiatrique. Ils avaient tous une audition normale, une vision correcte et n'ont ni d'antécédent de cancer des voies aéro-digestives-supérieures (VADS) ni de troubles de la parole autres que l'altération consécutive à leur glossectomie.

V.3.1 Patients

Compte tenu des critères d'inclusion et d'exclusion cités *supra*, dix patients ont été retenus pour notre étude, à savoir 7 hommes et 3 femmes, dont le français est la langue première (L1), et qui ont été recrutés pour cette étude dans les services d'Oto-Rhino-Laryngologie et de Chirurgie Plastique et Maxillo-Faciale de différents établissements hospitaliers localisés à Strasbourg et à Mulhouse. La tranche d'âge de ces patients se situe en moyenne à 51,1 ans (± 15,50). En fonction de la localisation et de l'étendue de la tumeur cancéreuse, différentes ablations chirurgicales ont été réalisées par les chirurgiens. Quatre patients ont subi une glossectomie partielle du bord latéral gauche ou droit ; les six autres ont eu respectivement une hémi-glossectomie (exérèse de l'hémilangue dans le sens longitudinal suivi d'une reconstruction avec lambeau antébrachial), deux pelviglossectomies partielles (exérèse d'une partie du plancher de la bouche et d'une partie de la langue), une pelvi-glosso-mandibulectomie interruptrice (exérèse d'une partie du plancher de la bouche, d'une partie de la langue et d'une partie de la mandibule interrompant sa continuité, suivie d'une reconstruction avec un lambeau libre du péroné droit) et une pelviglossectomie totale antérieure (ablation totale de la langue et du planché buccal avec conservation du larynx, suivie d'une reconstruction avec un lambeau libre antérolatéral de la cuisse droite (*cf.* Tableau 9).

Les patients inclus dans notre étude ne présentaient pas d'antécédent de cancer des voies aéro-digestives supérieures (*VADS*). Les détails relatifs à chaque patient sont présentés dans le tableau 1. Les formes et types d'exérèse qu'a subie chaque patient sont données en (*annexe partie 2*).

Tableau 9 : Répartition des exérèses et informations complémentaires concernant les cas cliniques étudiés (TNM : classification de la taille de la tumeur (T), de la présence d'adénopathies (N) et de la présence de métastases (M) (cf. partie Anatomie et Pathologie), M : homme, F : femme, (hémiglossect : (hémi-) glossectomie, mandibulect : mandibulectomie, G : gauche, D : droite).

Identification patients	Âge	Sexe	Profession	TNM	Type d'exérèse	Reconstruction	Traitements complémentaires	Rééducation ortho
SIB	42	M	Manager	T2N0M0	Glossect-Partielle G	Suture	Radiotherapie	Oui en libéral
SOM	30	M	Ingénieur	T1N0M0	Glossect-Partielle D	Suture	Curiethérapie	Non
ZIM	69	F	Infirmière	pT4aN2bM0	Pelvi-Glossect D	Suture	Radiotherapie	Non
GLAD	53	M	Conducteur	T2N0M0	Glossect-Partielle D	Suture	Radiotherapie	Oui en libéral
PETR	65	F	Retraité	T4N0M0	Pelvi-Glossect D	Suture	Radiotherapie	Oui au service ORL
JCT	53	M	Manager	T4N0M0	Pelvi-Glossect -Totale	Lambeau libre Antérolatéral	Radiotherapie	Oui en libéral
HACH	24	F	Etudiante	T4N2bM0	Hémi-Glossectomie D	Lambeau libre Anté-brachial	Radiotherapie	Oui en libéral
BIRL	47	M	Fonctionnaire	T3N0M0	Pelvi-Glosso-mandib G	Lambeau libre du péroné	Radiotherapie	Oui en libéral
ANT	68	M	Sans	T4N2bM0	Oro-pharyngectomie D	Lambau peaucien	Radiotherapie	Non
ROJ	60	M	Fonctionnaire	T1N0M0	Glossect-Partielle D	Suture	Radiotherapie	Non

V.3.2 Sujets sains

Les sujets sains ou locuteurs contrôles sont censés réaliser les tâches demandées, à savoir le corpus choisi, avec clarté et exactitude. Par rapport à leurs homologues, glossectomisés, les sujets sains ne présentent aucun antécédent pathologique, neurologique, ni psychique.

Quatre sujets sains, dont 3 hommes et 1 femme, de langue première française (L1) ont été recrutés pour cette étude d'une moyenne d'âge de 49.7 ans (± 7.19), afin de former une « population » de référence, à laquelle seront comparées les productions des patients en phase Préopératoire corrélativement à un échantillon de personnes de même âge et de même sexe. Les enregistrements des sujets sains constituent les productions de référence pour les patients ayant subi une extraction dentaire préopératoire suivie d'une exérèse carcinologique, puisque leur diagnostic ORL est intact.

Tableau : Critères d'inclusion et d'exclusion de participation à notre étude

Critères d'inclusion	
Patients	Sujets sains
Patients des deux sexes, âgés de plus de 20 ans ; - Patients pour qui le français est la langue première (L1) ; - Patients ne présentant aucune pathologie endo-buccale avant l'opération ; - Patients pris en charge dans un des établissements hospitaliers cités plus haut suite à une tumeur localisée au niveau endo-buccal (langue, plancher buccal) ; - Patients étant en mesure de prononcer tout le corpus ; - Patients ayant rempli la fiche d'information et signé le consentement libre éclairé avant de procéder aux enregistrements.	- Volontaires sains des deux sexes, âgés de plus de 20 ans et dont la distribution des âges est similaire à celle des patients (en général âgés de plus de 45 ans) ; - Volontaires sains, locuteurs natifs du français ; - Sujets ayant rempli la fiche d'information et signé le consentement libre et éclairé avant de procéder aux enregistrements

Critères de non-inclusion	
Patients	Sujets sains
- Patients souffrants de pathologies du langage, ou de troubles neurologiques, sensoriels ou psychiatriques ; - Patients ayant déjà subi une exérèse carcinologique au niveau des VADS (Voies Aéro-Digestives Supérieures) ; - Patients en récidive de cancer ;	- Volontaires sains présentant des pathologies du langage, neurologiques, sensorielles ou psychiatriques ; - Volontaires sains mineurs ; - Volontaires sains ayant des difficultés de compréhension linguistique ou psychique à comprendre l'information ;

- Patients ayant subi une mandibulectomie isolée et dont le suivi est jugé très difficile ; - Patients présentant une incapacité linguistique ou psychique à comprendre l'information ; - Patients dont le suivi est jugé difficile par l'investigateur ; - Patients ayant exprimé leur refus de participer à l'expérimentation.	- Volontaires sains incapables de prononcer le corpus présenté.

V.4 Enregistrements

La collecte de données auprès des patients glossectomisés, suite à un cancer endo-buccal, en milieu hospitalier, n'est pas toujours évidente. En effet, pour des raisons indépendantes de notre volonté, les enregistrements de tous les patients n'ont pas été réalisés dans les mêmes conditions. Nous étions dans l'obligation de nous adapter aux circonstances de chaque patient, à savoir : l'état psychologique de certains patients qui manifestaient une sorte d'anxiété pré-post-opératoire, ce qui les rendaient hésitants, voire réticents à participer à notre expérimentation. Lors des phases post-opératoires précoces, la gravité de la chirurgie et les traitements complémentaires ont entrainé le décès de trois de nos patients qui étaient dans un stade carcinologique assez avancé. En outre, un nombre assez important de patients ont décidé d'abandonner et de ne plus participer au recueil de nos données. La distance géographique des patients, dont certains venaient de localités éloignées, et les difficultés de déplacement perturbaient la standardisation des délais post-opératoires fixés entre chaque phase d'enregistrement. À ces obstacles s'ajoutent le manque de synchronisation et l'organisation parfois problématique du monde médical. Ces contrariétés ont constitué autant de pierres d'achoppement dans nos différentes phases de collecte de données. Le fait que de nombreuses opérations programmées soient annulées, avancées ou repoussées, sans que nous soyons, expérimentateur, prévenue, était aussi un élément préjudiciable pour notre recueil de données. Il en a été de même pour les suites opératoires, les patients étant souvent réticents après la consultation post-opératoire, lorsque des complications étaient survenues

consécutivement aux suites opératoires. Ces paramètres ont rendu le recueil de données plus chronophage et ardu.

V.4.1 Enregistrement des patients glossectomisés

Globalement, le protocole d'enregistrement des patients glossectomisés suite à un cancer endo-buccal a été réalisé sur quatre phases pour tous les patients, hormis trois pour lesquels la collecte de toutes les productions post-opératoires a été entravée par des facteurs indépendants de notre volonté. Le premier enregistrement a eu lieu lors de l'admission du patient, autrement dit la veille de l'intervention. Il s'agit de la phase Préopératoire (Préop) qui constitue le premier enregistrement préparatoire, considéré comme étant la parole de référence du patient. En effet, il est important d'avoir un échantillon des productions du patient enregistré avant l'opération, puisque cela nous permet non seulement de l'évaluer mais aussi d'étudier les conséquences de la chirurgie sur l'articulation des patients avec comme référence le patient lui-même plutôt qu'un locuteur contrôle ayant une morphologie du conduit vocal qui pourrait être remarquablement différente du patient avec qui il sera appareillé. La première phase d'enregistrement post-opératoire (Post-Op1) a été réalisée trente à quarante-cinq jours après l'intervention, lors de la consultation de contrôle post-opératoire. Cela nous a permis d'observer et de mesurer les perturbations et les conséquences entraînées par l'opération chirurgicale. Trois mois après l'intervention (Post-Op2), toujours lors du rendez-vous de contrôle et, par conséquent, après tout traitement complémentaire susceptible d'avoir été suivi (radiothérapie, curiethérapie, etc.), les patients ont été à nouveau enregistrés. Le deuxième enregistrement post-opératoire nous a permis d'évaluer les séquelles des traitements complémentaires et de mesurer les possibles récupérations et stratégies articulatoires compensatoires chez certains de nos patients. Enfin, six mois après l'intervention, a eu lieu la dernière phase d'enregistrement du patient (Post-Op3), c'est-à-dire à la fin de tous les traitements et, pour quelques patients, après une série de séances de rééducation orthophonique. Cette dernière phase nous a permis de mesurer l'amélioration dans la récupération, ainsi qu'une possible stabilisation des stratégies articulatoires compensatoires. La comparaison à des délais post-opératoires différents permet d'apprécier la progression et la récupération des patients. De ce fait, notre étude se veut longitudinale.

V.4.2 Enregistrement des sujets sains

Les données acoustiques recueillies avant la chirurgie en Préop sont considérées pour chaque patient comme étant la référence décrivant les propriétés acoustiques et temporelles dans des conditions normales. Cependant, la tumeur ou la douleur peut représenter une gêne et donc une perturbation potentielle de la production de la parole des patients en phase Préopératoire. Aussi, une extraction dentaire totale a pu être faite avant la première phase d'enregistrement pour quelques patients, raison pour laquelle l'enregistrement de sujets sains reste, dans une certaine mesure, une référence et un point de repère relatif pour l'articulation des sujets pathologiques. Les sujets sains ou locuteurs témoins ont été enregistrés en une seule fois.

V.5 Mesures et analyses acoustiques

Notre étude expérimentale repose sur une analyse acoustique du signal de parole. Plusieurs mesures temporelles et spectrales ont été réalisées sur le signal acoustique, dans le but de déceler les éventuelles perturbations, consécutives à une glossectomie, sur les productions des patients. À partir des analyses acoustiques, nous avons exploité et corrélé les résultats. Cette approche nous permettra non seulement de comparer les mesures et d'évaluer les divergences entre les productions intra-individuelle pré et post-traitement, mais aussi, de comparer les mesures relevées entre les locuteurs. Nous menons une étude de cas vu la diversité des prises en charges chirurgicales et thérapeutiques de chaque patient.

Quasiment, toutes nos mesures ont été effectuées à l'aide du logiciel PRAAT© (Boersma, 2001 et Weenink, 2016). Nous avons utilisé un script proposé par Gendrot (*Script fricative*) qui nous a permis de relever de façon automatique les mesures de durées (inter et intra-segmentales), le COG pour les fricatives, ainsi que des mesures fréquentielles des quatre premiers formants (F1, F2, F3 et F4). Signalons que les mesures formantiques, relevées auprès des sujets sains, ont été vérifiées manuellement et correspondaient bien aux valeurs annotées automatiquement. Cependant, des corrections manuelles étaient nécessaires sur les mesures formantiques (donnant des valeurs erratiques) relevées auprès des patients glossectomisés.

Nous avons choisi ces mesures car elles nous permettent de caractériser les divers aspects de la production de la parole qui pourraient être modifiés ou altérés après une résection linguale. En effet, la réalisation, l'articulation des voyelles et des consonnes (formants, durées, COG) sont des paramètres utilisés dans les diverses études menées sur la parole pathologique. Ces paramètres

renseignent également sur des dimensions acoustiques à savoir : les fréquences pour les formants et le centre de gravité (COG), le timing pour la durée.

V.5.1 Voyelles tenues

Les voyelles tenues sont des productions stables et isolées de chacune des 3 voyelles orales périphériques de l'espace vocalique ([i], [a], [u]). Les voyelles isolées extrêmes : « fermée » étirée [i], postérieure ouverte [a] et « fermée » postérieure arrondie [u], sont produites afin d'observer la configuration de l'espace vocalique sans contrainte temporelle. Elles permettent d'explorer l'espace vocalique maximal de chaque locuteur, de mesurer la qualité vocalique et d'effectuer des mesures des formants des voyelles, permettant ainsi de comparer les espaces vocaliques des sujets sains avec ceux des sujets pathologiques. Pour chaque voyelle, les valeurs formantiques ont été relevées au milieu de la voyelle, délimitée par une structure formantique stable.

V.5.1.1 Mesures formantiques - F1 et F2

L'analyse acoustique des voyelles est centrée sur les premier et deuxième formants, caractéristiques de la voyelle selon la théorie de Fant (1960) (F1, F2) et sur la configuration de l'espace vocalique sur le plan F1-F2. Nous pouvons ainsi relier, plus ou moins, F1 à l'aperture du conduit vocal et F2 à sa variation dans l'axe antéropostérieur, comparer les résultats à ceux du locuteur de référence, apprécier l'habileté articulatoire du patient et observer l'évolution des résultats au fur et à mesure des enregistrements.

Dans le but d'obtenir des mesures précises, des modifications ont été apportées au niveau des différents paramètres de mesures attribuées automatiquement par le logiciel Praat.
Nous nous sommes fondée sur le tutoriel de Wood (1994) disponible sur son site internet. Les modifications ont touché les paramètres suivants : *Number of formants, Maximum formant, Dynamic range et Window length*. Pour une meilleure visibilité et un bon suivi, nous avons augmenté le nombre de formants à 5 formants (*Number of formants*) ce qui induit une augmentation obligatoire de l'étendue du spectre étudié (*Maximum formant*) ; il est d'une valeur de 5000 Hz, pour un locuteur masculin et de 5500 Hz pour un locuteur féminin. On peut repérer un formant à chaque bande d'environ 1000Hz. La taille de fenêtre (*Window length*) définit 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. Aussi avons-nous augmenté, par précaution, la taille de cette fenêtre à 0,04s.

Dans un premier temps, nous avons relevé les valeurs de F1 et de F2 automatiquement, puis vérifié ces valeurs manuellement au milieu de la structure formantique stable de chaque voyelle. Les valeurs ainsi saisies tracent les résonances dans le conduit vocal, permettant de rendre compte de la disposition du conduit vocal, lors de la production des voyelles étudiées. La configuration du conduit vocal est représentée sur un graphique mettant en corrélation les valeurs de F2 en abscisse et de F1 en ordonnée.

Nous avons calculé l'espace vocalique maximal de chaque locuteur (kHz^2) à partir de la formule de Héron :

$$\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$$

$$p = \frac{1}{2}(a+b+c)$$

Où a, b et c correspondent respectivement à la longueur des trois côtés du triangle. *x* et *y* correspondent aux coordonnées dans un plan F1, F2.

$$a = \sqrt{((x_c - x_b)^2 + (y_c - y_b)^2)}$$

$$b = \sqrt{((x_a - x_c)^2 + (y_a - y_c)^2)}$$

$$c = \sqrt{((x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2)}$$

***Équation 1** : Formule de Héron*

Cette valeur (en kHz^2) fournit des informations sur l'espace vocalique qui pourrait permettre de distinguer les différentes configurations de cet espace suivant les locuteurs, pathologiques et sains.

V.5.1.2 L'indice F

F est l'indice de mesure de dispersion de l'organisation du système vocalique. Il est conçu par analyse analogique de variances en comparant la variabilité inter-catégorie vocalique à la variabilité intra-catégorie vocalique. Cet indice est né de la volonté de quantifier, au moyen d'un indice dénommé F par Harmegnies et al., (2001), en s'inspirant de la statistique F de Fisher-Snedecor, le lien de la variabilité inter-nuage à la variabilité intra-nuage. La conceptualisation de

l'indice F requiert divers champs notionnels présentés schématiquement sur la figure ci-dessous. (*cf.* Figure 21).

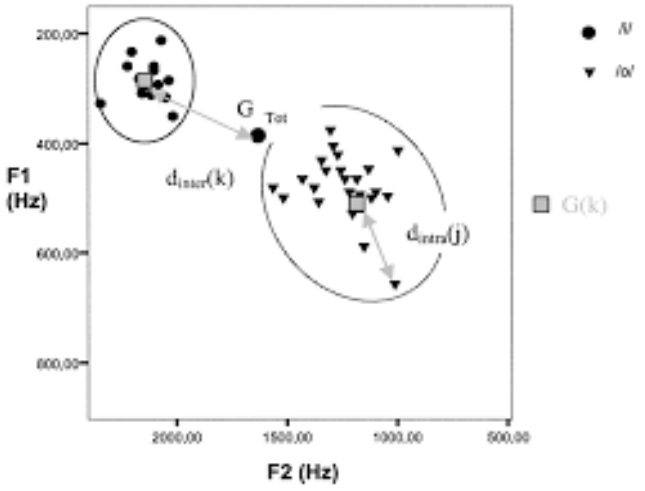


Figure 21 : Schéma conceptuel de l'indice F selon Harmegnies *et al.,* (2001)

Nous exposons ci-dessous la démarche suivie pour le calcul de l'indice F pour nos données, à partir des indications présentées par Harmegnies *et al.,* (2001 : 245-247) :

> Toute production de voyelle est localisée sur le plan F1/F2 par un point *j* de coordonnées ($F_1(j)$, $F_2(j)$). L'indice *j* varie de 1 à N_k au sein du nuage k.
> Toutes les productions appartenant à une même catégorie vocalique k forment un nuage de points dont le centre de gravité (G(k)) de coordonnées (F1(k), F_2(k)) peut être aisément calculé en considérant la moyenne des $F_1(j)$ et la moyenne des $F_2(j)$ de tous les points formant le nuage k ($1 \leq j \leq N_k$). L'indice k varie de 1 à c (où (c) est le nombre de catégories vocaliques propres à chaque langue).
> Tous les nuages (ou encore tous les points les constituant) forment un ensemble dont le centre de gravité (G_{Tot}) de coordonnées (F1, F2) est calculé en considérant la moyenne des $F_1(j)$, tous nuages confondus et la moyenne des $F_2(j)$, tous nuages confondus ($1 \leq j \leq N$).
> Nous obtenons les valeurs de F après application des équations indiquées dans Huet & Harmegnies (2000). En effet, afin de pouvoir calculer l'indice F, il est nécessaire de déterminer deux ensembles de distances :
> Des distances intra-nuage (d^{intra}) définies pour chaque point d'un nuage k comme étant la distance euclidienne entre ce point *j* et le centre de gravité du nuage k (G(k)) auquel il appartient :
>
> $$d_{intra}(j) = \left[\left(F_1(j) - F_1(k)\right)^2 + \left(F_2(j) - F_2(k)\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$$
>
> avec F_1(k) la moyenne des $F_1(j)$ de tous les points formant le nuage k et F_2(k) la moyenne des $F_2(j)$ de tous les points formant le nuage k.
> Des distances inter-nuage (d^{inter}) définies pour chaque nuage k comme étant la distance euclidienne entre le centre de gravité de ce nuage k et celui de l'ensemble des nuages de points (G_{Tot}):
>
> $$d_{inter}(j) = [(F_1(k) - F_1)^2 + (F_2(k) - F_2)^2]^{\frac{1}{2}}$$

avec F1 la moyenne des $F_1(j)$, tous nuages confondus et F_2 la moyenne des F2(j), tous nuages confondus.
Ces distances étant considérées comme des écarts, nous pouvons calculer des 'sommes de carrés d'écarts' (SCE):

$$SCE_{intra} = \sum_{k=1}^{c} \sum_{j=1}^{N_k} d^2_{intra}(j)$$

$$et$$

$$SCE_{inter} = \sum_{k=1}^{c} \left[N_k \times d^2_{inter}(k) \right]$$

avec leur nombre de degrés de liberté respectifs :

$$^{L}_{intra} = N - c \text{ et } ^{L}_{inter} = c - 1$$

Enfin, nous pouvons calculer l'indice F qui correspond :

$$\emptyset = \frac{CM_{inter}}{CM_{intra}}$$

où les carrés moyens (CM) sont obtenus en divisant les SCE par le nombre de degrés de liberté correspondant :

$$CM_{intra} = \frac{SCE_{intra}}{L_{intra}}$$

$$et$$

$$CM_{inter} = \frac{SCE_{inter}}{L_{\int er}}$$

V.5.2 Logatomes

Nous avons jeté notre dévolu sur les consonnes occlusives et quelques fricatives [p, t, k, b, d, g, s, ʃ, ʒ, z] dans des séquences de type VCV. Rappelons que les occlusives sont produites par une fermeture momentanée du conduit vocal (occlusion) suivie d'un relâchement brusque. La fermeture est produite par le jeu des divers organes articulatoires de la parole en différents endroits de la cavité buccale. Les occlusives résultent donc de deux réalités physiques : à savoir un blocage de l'air à l'endroit de la fermeture de la cavité buccale et un relâchement brusque de l'occlusion qui peut provoquer une explosion-friction. Nous avons volontairement opté pour les voyelles [i] vs [a] car leur réalisation permet d'observer, en contexte VCV, la dynamique maximale en termes de déplacements de la trajectoire linguale couplée à la mandibule d'une position haute pour le [i] à une position basse pour le [a], et vice versa. Les consonnes [p, t, k, b, d, g] ont été

retenues car elles permettent d'observer l'effet du recul de la langue et donc du lieu d'articulation (de l'avant vers l'arrière de la cavité buccale) sur la coordination oro-laryngée (mesure du VOT).
De même, ces consonnes permettent l'alternance de séquences entièrement sonores V1 [b, d, g] V2 et de séquences mixtes V1 [p, t, k] V2. Une attention particulière a été portée aux consonnes fricatives [s, ʃ, ʒ, z].

Elles sont définies, au cours de leur tenue, par un rétrécissement (constriction) des articulateurs sur le passage de l'air provoquant un bruit de friction. Il existe plusieurs consonnes constrictives en français ; dans notre étude, nous nous sommes focalisée sur les sibilantes [s] et [ʃ]. Lors de leur réalisation, la langue adopte une disposition particulière. La production se fait par la création d'un canal aérique médian par lequel se fait la sortie d'air. Elle est générée par l'adjonction des bords de la langue au palais. Son étendue, sa localisation et sa section transversale affectent le spectre essentiellement dans les hautes fréquences. On distingue deux catégories de constrictives : les constrictives prédorso-alvéolaires, [s] et [z], les constrictives apico-postalvéolaires [ʃ] et [ʒ] qui se réalisent avec un chenal plus en arrière que [s] et [z] et une protrusion des lèvres vers l'avant, ce qui a pour effet d'étendre la longueur de la cavité placée en avant de la constriction. Selon Ladefoged & Maddieson (1996) et Vaxelaire (2007), lors de l'articulation des constrictives prédorso-alvéolaires [s] et [z], la pointe de la langue est redressée et la langue est creusée, pour les apico-post-alvéolaires [ʃ] et [ʒ], la constriction est plus postérieure, la partie de la langue en arrière de la constriction est haussée, les lèvres sont arrondies. Selon des études de Toda (2006, 2009) sur la distinction entre la réalisation des constrictives [s] et [ʃ] en français, le [ʃ]est réalisé avec une sorte de déformation de l'aspect général de la langue, cette dernière étant plus incurvée pour le [ʃ] que pour [s]. Une modification minime au niveau de la cible articulatoire peut générer un changement acoustique (Ladefoged & Maddieson, 1996). Après une ablation de la langue, entraînant des modifications dans le lieu d'articulation, les sons les plus altérés seraient les apico-alvéolaires qu'ils soient occlusifs ou constrictifs et la cicatrice affecte plus fortement les sons apicaux selon Stone *et al.* (2008). Selon Savariaux *et al.* (2001), plus le corps de la langue est modifié, plus la parole est affectée et dégradée.

V.5.2.1 Paramètres

Différents paramètres ont été pris en compte dans nos mesures. En effet, l'approche adoptée dans les mesures des logatomes est une approche événementielle. Celle-ci consiste à détecter sur le signal acoustique des événements acoustiques interprétables directement en termes articulatoires (Abry *et al.*, 1985). Les différents événements acoustico-articulatoires sont des ruptures, visibles sur le signal acoustique, qui indiquent des changements liés, soit à des activités articulatoires, soit à des changements d'état du conduit vocal. La syntaxe (les relations entre les éléments), qui sera définie entre ces événements, nous permet *in fine* de déterminer des catégories phonétiques correspondant à des entités plutôt vocaliques ou plutôt consonantiques. Ces événements sont constitués en couples et nous retenons ici la description de Sock (1998).

Pour les occlusives, deux relations intra-segmentales ou deux *timings* entre événements permettent d'obtenir des indices intra-segmentaux qui contribuent à l'opposition du voisement ou de la sonorité dans plusieurs langues. Ces deux *timings* intra-segmentaux sont le VOT (*Voice Onset Time*) ou le délai d'établissement du voisement et le VTT (*Voice Termination Time*) ou le délai d'arrêt du voisement.

V.5.2.2 Voice Onset Time (*VOT*)

Le Voice Onset Time (VOT), représentant le délai d'établissement du voisement, est un indice intrasegmental (*cf.* Figure 22). Il correspond dans sa première spécification formulée par Lisker & Abramson (1964) à l'intervalle qui va du relâchement supra-glottique (CFO) au début de vibration des plis vocaux (VO).

Une dizaine d'années plus tard, Klatt (1975) a proposé une autre mesure de ce paramètre intra-segmental (*cf.* Figure 22). Celle-ci est censée être plus facile à détecter sur le signal de parole. Il s'agit de l'intervalle allant du relâchement supraglottique (CFO) à l'apparition d'une structure formantique clairement définie de la voyelle (VVO).

Liberman *et al.* (1958) avait déjà décrit, ce que Lisker & Abramson (1964), allait appelerle VOT, comme étant un indice majeur de la classification perceptive des occlusives voisées / non-voisées. En effet, si ce délai est positif, l'occlusive sera perçue comme non-voisée, en revanche si ce délai est négatif ou nul, l'occlusive sera perçue comme voisée.

Le VOT, comme paramètre de transition entre la consonne et la voyelle, serait un bon candidat pour l'étude de catégories phonétiques de lieux d'articulation consonantiques et du contexte vocalique post-consonantique.

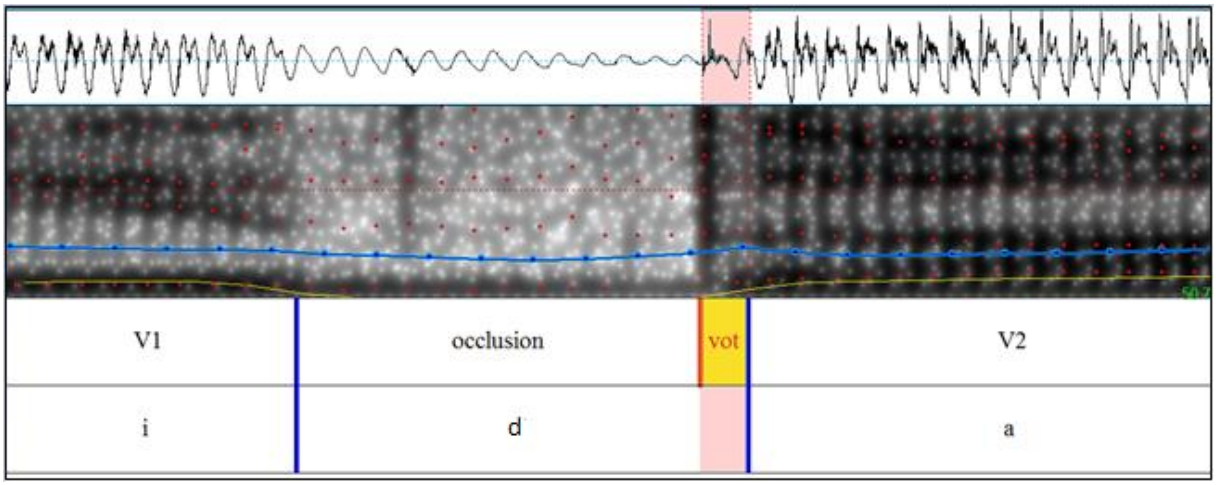


Figure 22 : Mesures temporelles pour une séquence VCV ou C correspond à une consonne voisée. Exemple de [ida]

V.5.2.3 **Voice Termination Time (*VTT*)**

Un autre paramètre intrasegmental utile est le VTT ou *Voice Termination Time*, puisqu'il permet de renseigner aussi bien sur l'étanchéité de l'occlusion supra-glottique que le temps d'amortissement de l'activité glottique. Le VTT ou délai d'arrêt du voisement a été spécifié par Agnello (1975). Il correspond à l'intervalle allant de la disparition de la structure formantique vocalique clairement définie (VVT) à la fin de la vibration des plis vocaux (VT) (Sock, 1983 ; Abry *et al.,* 1985). Les plis vocaux mettent un certain temps pour s'arrêter de vibrer, c'est le temps de l'amortissement (*cf.* Figure 23).

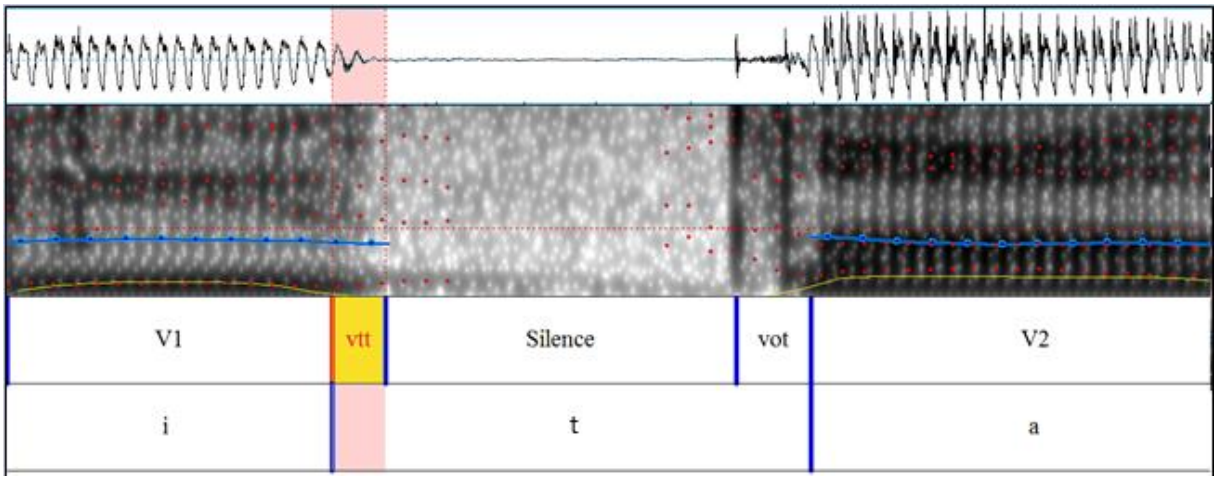


Figure 23 : Mesures temporelles pour une séquence VCV ou C correspond à une consonne non-voisée. Exemple de [ita]

Notons que la disparition de la structure formantique (VVT) est provoquée par l'intervention d'une occlusion supra-glottique (bilabiale, apico-alvéodentale, dorso-vélaire, *etc.*). Ce paramètre changerait suivant le lieu d'articulation de la consonne et de la voyelle (Docherty, 1992).

V.5.2.4 Le centre de gravité (COG)

Pour les fricatives, nous nous sommes intéressée à l'une des propriétés acoustiques fondamentales des consonnes fricatives qui est le bruit de friction. Ainsi, nous mesurons le centre de gravité du bruit de friction des fricatives [s, ʃ, ʒ, z] dans des séquences de type VCV. Il s'agit d'un indicateur précis de la distribution fréquentielle de l'énergie du spectre, qui consiste en la moyenne des fréquences (en Hz) pondérées par l'intensité (Forrest et *al.* 1988). Les variations des fréquences liées à la distribution du bruit de friction sur la structure de la fricative nous ont amenée à une étude du centre de gravité du bruit de friction, qui est un bon indicateur du lieu d'articulation. En effet, pour Forrest *et al.* (1988), il a permis d'atteindre 70 à 100 % de classification correcte de [s] et [ʃ], de l'anglais. La fréquence et l'intensité du bruit de friction dépendent du lieu d'articulation de la fricative, autrement dit, du lieu du conduit vocal où le passage de l'air est le plus rétréci, (Wallet, 2008), mais également des propriétés acoustiques du conduit vocal (les résonances).

V.6 Mesures

La perturbation du signal acoustique pour les productions vocaliques et consonantiques suite à la pathologie et la chirurgie, a rendu la standardisation de nos mesures très difficile particulièrement pour les paramètres intra-segmentaux.

Pour chaque logatome VCV, nous avons mesuré les durées :

- de la première voyelle (V1) ;
- de la consonne intervocalique (C) ;
- de la seconde voyelle (V2) ;

La durée absolue de la voyelle a été mesurée entre le VVO et le VVT, c'est-à-dire entre le début et la fin de la structure formantique clairement définie.

Nous avons mesuré pour chaque séquence VCV, les durées indiquées *infra*, lorsque la délimitation des paramètres mesurés était possible :

- le VTT (*Voice Termination Time*), pour les consonnes occlusives non-voisées ;
- le silence acoustique (pour les consonnes occlusives non-voisées) ;

- le VOT (*Voice Onset Time*) ;

- la tenue consonantique ;

- le COG (centre de gravité spectral) du bruit de friction, pour les constrictives.

Signalons que le VTT (*Voice Termination Time*), la tenue consonantique des occlusives et le VOT (*Voice Onset Time*) n'étaient pas toujours mesurables, suite à la présence de bruits de friction dans les productions de certains de nos patients glossectomisés.

Exploitation des questionnaires d'auto-évaluation du ressenti de gêne à la parole

Lors de chaque phase d'enregistrement, après la tâche de productions des voyelles tenues, de logatomes et du texte, nous avons procédé à la passation du questionnaire d'auto-évaluation du ressenti et de qualité de parole, le SHI. Afin d'obtenir un score global sur 120, nous avons additionné les sous-totaux obtenus par chaque patient.

En effet, plus le score des sous-totaux est proche de 120, plus le handicap de parole ressenti par le patient est élevé. La présentation sous forme de graphique en courbe permettra une lecture claire des résultats obtenus. Il est attendu qu'une augmentation du score du handicap soit due aux effets liés à la chirurgie. Avec le délai opératoire et la rééducation orthophonique, serait constatée une diminution du score du handicap pour certains de nos patients.

V.7 Analyses statistiques

Dans ce travail, les résultats de nos expérimentations sont tirés à partir des diverses mesures effectuées sur les données acoustiques du patient sur plusieurs phases de production pré- et post-traitements) ; il est question ici d'une analyse de données à mesures répétées. Nous avons réalisé des statistiques descriptives pratiquement pour chacune de nos expériences, des analyses de la variance ANOVA à mesures répétées à deux facteurs lorsque nos données répondaient à la distribution normale et la version non-paramétriques de l'ANOVA à mesures répétées lorsque nos données n'obéissaient pas à la distribution normale. Nous évaluons principalement pour les patients les effets de la chirurgie (perturbations) et l'aptitude d'amélioration de la production de la parole (réajustements), lors des phases post-opératoires. De ce fait, nous avons retenu deux facteurs : « chirurgie » suite à la diversité des exérèses subies par chaque patient et le « temps » puisque notre travail impose une démarche longitudinale.

Nos analyses statistiques ont été conduite à partir de 7 patients ayant accompli toutes les tâches acoustiques et ayant participé à toutes les phases d'enregistrements. Nous avons décidé de

diviser nos patients en deux groupes patients ayant subi des glossectomies partielles du bord latéral gauche ou droit et qui sont au nombre de 3 patients (opération A). Le deuxième groupe de patients se compose de 4 patients ayant subi des pelvi-glossetomies partielles ou subtotales (opération B).

Nous avons utilisé le model linéaire (*lm*) sous le logiciel R pour effectuer nos analyses statistiques. Nous avons testé la normalité l'hétérogénéité de nos données, avant de commencer nos analyses ANOVA. Le but de ce test est de voir, si nos données répondent à la distribution normale et s'ils sont hétérogènes (*test de Shapiro-wilk et test de Bartlett*) par la suite nous avons appliqué l'ANOVA puis un test de Post Hoc a été appliqué, afin de corriger les valeurs de p= 0,05.

Concernant le degré de significativité statistique des *effets principaux*, nous avons relevé les résultats avec une probabilité inférieure à cinq pour cent ($p<0.05$). Les détails chiffrés sur les résultats obtenus de l'analyse des *effets principaux* sont évoqués dans chacune de nos expériences. L'hétérogénéité des données des patients enregistrés, imputable aux difficultés de recrutement usuelles pour ce genre de recherches, a rendu parfois complexe les analyses statistiques. De ce fait, nous employons le terme de tendance pour rendre compte de certains de nos résultats (cas des patients non introduit dans l'analyse statistique faute au non accomplissement de toutes les phases d'enregistrements post-opératoires). Signalons que la collecte de données dans le domaine des pathologies cancéreuses restreint la possibilité d'obtention d'un grand échantillon.

Concernant notre analyse statistique, notons qu'il aurait été possible d'opter pour le modèle linéaire à effets mixtes (*Linear Mixed Models*), qui peut prendre en considération les données manquantes en les compensants, et qui peut également prendre à la fois des facteurs à effets fixes et d'autres à effets aléatoires, les sujets auraient pu être un facteur aléatoire dans ce type de modèle. Pour le cas de notre étude, nous avons préféré le modèle linéaire étant celui le plus référencé dans la littérature.

Conclusion chapitre V

Ce chapitre nous a permis de déterminer la procédure expérimentale de cette thèse.
Il décrit les conditions d'acquisition des données, les locuteurs, le corpus et les paramètres retenus et mesurés.
Les données ont été obtenues auprès de locuteurs glossectomisés, au service ORL et de chirurgie maxillo-faciale de différents établissements hospitaliers, à Strasbourg et à Mulhouse. Au final, dix patients ont pu être retenus suivant les critères d'inclusion et d'exclusion mis en place pour notre étude.

C'est à l'aide d'un corpus constitué de voyelles tenues et de logatomes de type VCV que les effets de la chirurgie et des traitements complémentaires ont pu être évalués.
Plusieurs mesures ont été effectuées au niveau des voyelles tenues : F1 et F2, l'aire de l'espace vocalique, l'indice de mesure de dispersion de l'organisation du système vocalique (Φ).

Plusieurs mesures temporelles (les durées vocaliques et consonantiques, le VOT, le VTT) ont été prélevées au sein des logatomes et une mesure spectrale (COG) a été obtenue pour les constrictives.

Le questionnaire d'auto-évaluation de qualité de parole (SHI) a permis d'observer l'évolution spontanée des patients glossectomisés. Des analyses statistiques ont été menées pour chacune des expériences afin de vérifier la significativité des mesures effectuées. Les hypothèses émises au départ seront confirmées ou infirmées dans la partie *résultats expérimentaux*.

Partie 3

PARTIE 3

RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Cette partie expose les résultats de nos propres expériences dans le domaine acoustique. Quatre chapitres composent cette partie.

Chapitre VI : Expérience 1 : Étude acoustique de voyelles tenues produites par des patients ayant subi une glossectomie partielle ou totale

Chapitre VII : Expérience 2 : Étude spatio-temporelle de la parole après glossectomie partielle ou totale dans des productions de type VCV

Chapitre VIII : Expérience 3 : Étude du contraste entre les fricatives [s] et [ʃ], [z] et [ʒ] dans le contexte vocalique [i-a], [a-i]

Chapitre IX : Expérience 4 : Étude de l'auto-évaluation de la qualité de parole (SHI) après glossectomie partielle ou totale

Résumé chapitre VI

Dans ce chapitre, nous proposons de relever et d'analyser les distorsions que la glossectomie peut engendrer sur les segments vocaliques. Comme nous l'avons évoqué précédemment (*cf.* Chapitre IV) les résections partielles ou totales, peuvent altérer le système de production de la parole, et provoquer donc des modifications de la géométrie du conduit vocal.

Pour cette expérience, nous avons mené une étude longitudinale qui consiste en des enregistrements acoustiques à différentes phases de traitement auprès de patients ayant subi une exérèse cancérologique endo-buccal. Ces patients ont été enregistrés sur quatre phases (Préo, Post-Op1, Post-Op2 et Post-Op3). Nous avons évalué les productions de dix patients (trois femmes et sept hommes) ayant subi différentes résections linguales.

Notre analyse repose principalement sur l'analyse d'un corpus composé de voyelles tenues. Les données de cette investigation concernent quelques mesures spectrales, à savoir les mesures formantiques de F1 etF2, l'aire des espaces vocaliques et l'indice de dispersion (PHi). On tâchera de savoir, dans cette expérience, si l'on constatera une perturbation des valeurs formantiques relevées lors des enregistrements Post-Op1 et 2, et de potentiels réajustements en Post-Op3.

Chapitre VI : Étude acoustique de voyelles tenues produites par des patients ayant subi une glossectomie partielle ou totale

VI.0. Introduction

Il s'agit ici d'une étude acoustique qui repose sur l'analyse d'une sélection de caractéristiques spectrales de voyelles tenues à savoir : des valeurs formantiques, des aires des espaces vocaliques et l'indice de dispersion et d'organisation du système vocalique (indice Phi). Les productions sont celles des patients ayant subi une glossectomie partielle ou pelvi glossectomie partielle/totale suivie ou non d'une reconstruction. L'objectif général est de déceler et d'évaluer les perturbations entrainées au niveau du système de production de la parole, après une ablation totale ou partielle de la langue. Nous avons suivi chaque patient sur une période de 6mois (étude longitudinale), durant laquelle nous avons effectué des enregistrements acoustiques sur 4 phases pré et post-chirurgicales. Cette étude longitudinale devrait aussi nous permettre de déceler les ajustements possibles, effectués par chaque patient, seul ou à l'aide de la rééducation orthophonique. Selon la taille, le site de la tumeur et les traitements propres à chaque patient les conséquences sur le signal de la parole pourraient être plus ou moins importantes.

VI.1. Procédure expérimentale

VI.1.1. Participants

Des enregistrements ont été réalisés auprès de dix patients au sein de trois différents établissements hospitaliers alsaciens. Il s'agit de trois femmes (ZIM, PETR et HACH), et de sept hommes (SIB, SOM, GLAD, JCT, BIRL, ANT et ROJ). Ces patients ont subi différentes ablations linguales, partielles ou subtotales, suivies ou non de reconstructions (*cf.* Tableau 9).

Pour pouvoir comparer et mener des analyses statistiques (ANOVA à mesures répétées), nous nous sommes focalisée sur l'évaluation des données à travers trois enregistrements post-

opératoires, soit Post-Op1 entre (1 mois et 1.5 mois), Post-Op2 (3 mois après l'opération) et Post-Op3 (6 mois après l'opération). Certains patients étaient toujours en cours de rééducation orthophonique. La parole de référence de chaque patient est son propre enregistrement Préopératoire, sauf dans le cas de trois patients (PETR, JCT et ANT) qui avaient subi une extraction dentaire Préopératoire ; Nous avons enregistré trois locuteurs contrôle (LC) apparié en genre et en âge avec ces trois patients

Une vérification des données des trois locuteurs contrôle et celles obtenues en Préop chez les sept patients ne montrant pas de différences remarquables, nous avons décidé de ne retenir que le terme « Préop » de manière systématique pour nos dix locuteurs.

VI.1.2. Corpus

Notre corpus est constitué des trois voyelles extrêmes du français [i, a, u] qui ont été répétées chacune à dix reprises, dans la mesure des possibilités des patients. Ces derniers devaient produire et de tenir, environ 5 secondes, les voyelles précédemment citées. En respectant le degré de fatigabilité des patients, particulièrement lors des phases d'enregistrement post-chirurgicales. Pour un meilleur déroulement de notre expérimentation, une pause après cinq répétitions de chaque voyelle était proposée au patient.

VI.1.3. Mesures

Nous avons segmenté manuellement le signal acoustique et analysé le spectrogramme correspondant, pour toutes les réalisations de tous nos dix patients et les trois locuteurs contrôles. Au niveau de la structure formantique stable de chaque voyelle, nous avons mesuré pour chaque voyelle, les paramètres spectraux ci-dessous :

- les mesures formantiques F1 et F2 ;
- en utilisant les valeurs formantiques de F1 et F2, nous avons mesuré les aires des triangles vocaliques pour chaque patient, à partir de la formule de Héron ;
-l'indice de dispersion (Phi)

VI.1.4. Analyse des données

Afin de faciliter la lecture des résultats, et rendre plus simple la comparaison entre les différents participants pour révéler les tendances observées, nous présentons les résultats de cette expérience, sous forme de graphiques et de tableaux, suivis de commentaires.

Les analyses statistiques de variance (ANOVA) à mesures répétées ont été menées pour cette expérimentation (voir les détails *infra*). Les valeurs présentées ont été obtenues en reliant les valeurs les plus extrêmes entre elles, en calculant à partir de la formule de Héron, l'aire de l'espace maximal de chaque répétition au sein de chaque phase, pour chaque patient sujet de notre étude. Les valeurs entre parenthèses dans les tableaux ci-dessous correspondent aux écarts-types.

VI.2. Hypothèses

En phase post-traitements (chirurgie et traitements adjuvants), la parole des patients pourrait être altérée et modifiée dans les phases post-opératoires et pour cela les hypothèses ci-dessous ont été formulées :

1). En Préopératoire, les valeurs formantiques resteraient naturellement aussi proches que possible de celles d'un locuteur non-pathologique.

2). Nous avons supposé, dans un premier temps, que la taille de l'exérèse, le site de la tumeur et le type de reconstruction auraient un impact direct sur la parole. Cela se manifesterait par des modifications au niveau des valeurs formantiques (F1 / F2). En phases post-opératoires, des variations des valeurs formantiques sont attendues.

3). Dans un second temps, nous pensons que les perturbations formantiques pourraient affecter la taille et la forme de l'espace vocalique, étant donné que l'altération provoquée par la résection linguales pourrait se répercuter sur l'activité laryngienne et caractéristiques acoustiques des cavités supraglottiques résonnantes.

4). De plus, une désorganisation devrait apparaître au niveau du système vocalique qui se présenterait alors sous forme de l'élévation et de l'abaissement de l'indice de mesure de dispersion (Phi).

5). Enfin, le temps et la rééducation devraient permettre une amélioration dans la production de la parole chez les sujets atteints, une amélioration qui devrait progressivement apparaître lors des phases post-opératoires tardives (Post-Op 2 et 3). Dans cette perspective, on devrait constater une normalisation des valeurs des paramètres mesurés. Ces derniers seraient alors comparables aux valeurs mesurées en phase Préopératoire.

VI.3 Résultats

Nous rappelons que les résultats de cette expérience sont menés à partir des trois voyelles extrêmes du français (i - a - u), répétées sept[1] fois chacune par dix patients glossectomisés. Comme nous l'avons précisé précédemment (*cf. Chapitre V*) les résultats présentés ci-dessous englobent les productions vocaliques de tous les patients sur quatre phases d'enregistrement, hormis trois patients (HACH, ANT et ROJ) pour lesquels la collecte de toutes les productions post-opératoires a été entravée par des facteurs externes, indépendants de notre volonté. Pour ces patients, nous nous sommes limitée à comparer les productions Préop et Post-Op1 pour (HACH et ROJ) et jusqu'au Post-Op2 pour ANT.

Nous avons effectué, dans un premier temps, des analyses statistiques descriptives à partir des moyennes et des écarts-types pour les valeurs formantiques de F1 et F2 des 3 voyelles extrêmes [i, a, u]. Nous nous sommes focalisée sur le modèle linéaire (lm) à l'aide du logiciel R pour le traitement de données de la variable aire de l'espace vocalique. Ce modèle fonctionne généralement d'une façon semblable aux analyses de variance (ANOVA) à mesures répétées. Ceci dans le but de déterminer si le facteur phase d'enregistrement « temps » et « type d'opération » groupe auraient un impact sur la taille des espaces vocaliques. Les résultats de l'analyse statistique de l'aire de l'espace vocalique n'indiquent pas de différences significatives (formula = aire ~ temp * group). La démarche adoptée pour l'analyse statistique de nos données est l'analyse individuelle. Les résultats de l'analyse du groupe ne présentant pas de différences significatives, nous avons donc, procédé à une analyse statistique individuelle afin de voir si les deux facteurs phases d'enregistrement « temps » et patient « type d'exérèse » sont significatifs pour la variable aire de l'espace vocalique (*cf.* Résultat *infra*).

VI.3.1 Valeurs formantiques

Concernant les analyses des valeurs formantiques de F1 et F2 des voyelles [i, a, u], nous nous sommes limitée à des analyses statistiques descriptives en terme de moyenne et écart-type. Nous allons décrire ci-dessous les valeurs formantiques de F1 et F2 individuellement pour chaque patient.

Les modifications de ces valeurs (voir *infra*) dépendent largement de la voyelle étudiée. Ces résultats indiquent que quelle que soit la voyelle étudiée, le temps modifie les variables

[1] Le nombre de répétitions atteints par tous les patients

formantiques, soit F1 et F2, selon la taille de la résection de chaque patient et le traitement complémentaire subi par ce dernier. Nous allons observer plus bas (Cf. VI.3.2), si ces modifications n'influencent pas tout de même l'aire de l'espace vocalique. Ceci nous laisse présupposer que dans le cas où l'aire l'espace vocalique subit de légères modifications, il devrait y avoir des changements géométriques de la synergie linguale.

En ce qui concerne l'étude des valeurs formantiques de F1 et F2, elle montre des tendances divergentes en fonction de la voyelle étudiée et du patient. Compte tenu de l'hétérogénéité des exérèses et des traitements carcinologiques de nos patients, nous présenterons une analyse individuelle propre à chaque patient. Nous rappelons à chaque fois les types de résections des patients, avec une comparaison des comportements développés par chacun d'eux. De manière globale, les valeurs formantiques de F1 et F2 varient en fonction de la phase d'enregistrement quasiment pour tous les patients et en fonction de chaque résection subie. Pour tous les patients présentés, nous avons observé des modifications des valeurs de F1 et F2 pour les trois voyelles extrêmes [i, a, u], lors des phases d'enregistrement Post-Op1 et 2, avant de retrouver les valeurs attendues en Post-Op3 dans les productions pour certains.

Les valeurs moyennes de F1 et de F2 varient selon la phase d'enregistrement, les variations sont aléatoires entre élévation et abaissement des valeurs formantiques selon le type d'exérèses et les phases d'enregistrements.

Examinons maintenant les données de nos locuteurs. Même si dans certains nous proposons de procéder à une analyse qui regroupe quelques patients, nous menons, au bout du compte, une analyse de patient par patient.

Patient JCT

En ce qui concerne le patient JCT, il s'agit d'un patient qui a subi une pelviglossectomie totale suivie d'une reconstruction par un lambeau antérolatéral. Ce dernier était large et de ce fait il a été réduit par une seconde exérèse qui a eu lieu après le traitement par radiothérapie.

Nous avons remarqué une perturbation des valeurs formantiques des trois voyelles (*cf.* Tableau 10). En effet, pour ce patient, nous avons constaté une élévation de la valeur de F1 des trois voyelles [i, a, u] par rapport aux données observées en Préop. En ce qui concerne le [i], les valeurs de F1 sont les suivants : 287 Hz (10,46) en Préop, 362 Hz (17,08) en Post-Op1, 378 Hz (16,62) en Post-Op2 et 331 Hz (13,5) en Post-Op3. Pour le [a] les valeurs de F1 sont de 671 Hz (30,06) en Préop,

653Hz (55,44) en Post-Op1, 699 Hz (43,37) en Post-Op2 et de 700 Hz (62,11) en Post-Op3. Concernant la voyelle [u] les valeurs de F1 sont de : 288 Hz (70,57) en Préop, 354 Hz en Post-Op1 (21,53), 393 Hz (22,06) en Post-Op2 et 438 Hz (106,44) Hz en Post-Op3. Les écarts-types présentés entre parenthèses sont assez importants dans toutes les phases post-opératoires et ceci par rapport au Préop. Les valeurs moyennes de F2 et les écarts-types sont les suivants : pour le [i] 2054 Hz (10,46) en Préop, 1467 Hz (111,71) en Post-Op1, 1699 Hz (79,27) en Post-Op2 et 1965 Hz (73,01) en Post-Op3. Pour la voyelle [a] les valeurs de F2 sont de 1320Hz (25,88) en Préop 1254 Hz (32,95) en Post-Op1 1290 Hz (30,30) en Post-Op2 et 1286 Hz (68,08) en Post-Op3. Concernant la voyelle [u] les valeurs de F2 sont de 923 Hz (44,41) en Préop, 1268 Hz (53,50) en Post-Op1, 1133 Hz (54,17) en Post-Op2 et 1089 Hz (151,58) en Post-Op3. Les écarts-types présentés entre parenthèses sont assez importants dans toutes les phases post-opératoires et cela par rapport au Préop.

Á travers l'analyse des valeurs formantiques du patient JCT, nous indique que les valeurs de F1 en Préop restent assez proches des valeurs d'un locuteur non pathologique pour les trois voyelles. Lors des autres phases d'enregistrements, les valeurs formantiques subissent des modifications plus ou moins importantes qui se manifestent par l'augmentation des valeurs de F1 principalement à toutes les phases post-opératoires par rapport à la phase Préopératoire. Signalons que l'accroissement de la valeur de F1 affecte significativement les voyelles [i] et [u], les modifications restent minimes pour le [a]. En ce qui concerne le F2 nous avons constaté, à partir de l'inspection des valeurs citées *supra*, que les valeurs moyennes de F2 de la voyelle [i] ont tendance à diminuer surtout en Post-Op1 et 2 pour se rapprocher ensuite de la valeur relevée en Préop. Les valeurs de F2 de la voyelle [a] diminuent en Post-Op1, en Post-Op 2 et 3 ; elles se rapprochent graduellement de la valeur relevée en Préop. En ce qui concerne le [u], les valeurs prélevées restent assez élevées, par rapport à la phase Préop, lors des trois phases post-opératoires, le pic de l'augmentation étant relevé en Post-Op1.

Tableau 10: Valeurs formantiques moyennes du patient JCT pour les trois voyelles [i, a, u]. Les valeurs des écarts-types sont présentées entre parenthèses

	Phases	Préop		Post-Op1		Post-Op2		Post-Op3	
ID P	Voyelles /Formant	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
JCT	i	287 (10,46)	2054 (37,57)	362 (17,08)	1467 (111,71)	378 (16,62)	1699 (79,27)	331 (13,5)	1965 (73,01)
JCT	a	671 (30,06)	1320 (25,88)	653 (55,44)	1254 (32,95)	699 (43,37)	1290 (30,30)	700 (62,11)	1286 (68,08)
JCT	u	288 (70,57)	923 (44,41)	354 (21,59)	1268 (53,50)	393 (22,06)	1133 (54,17)	438 (106,44)	1089 (151,58)

Patientes ZIM et PETR

Nous avons décidé de regrouper les patientes ZIM et PETR puisqu'elles ont bénéficié de la même prise en charge chirurgicale qui consiste en une pelviglossectomie et du même traitement post-opératoire à peu de différences près. En observant le tableau ci-dessous (*cf.* Tableau 11), nous pouvons constater que pour ces patientes, les valeurs de F1 de la voyelle [i] sont assez proches en Préop, pour diminuer par la suite pour la patiente ZIM et augmenter pour PETR en Post-Op1. En Post-Op2 et après traitement par radiothérapie, une augmentation des valeurs de F1 est perçue, cette dernière diminue en Post-Op3 pour les deux patientes, la patiente PETR atteignante les valeurs relevées en Préop et la patiente ZIM se rapproche graduellement des valeurs initialement relevées en Préop. Concernant la voyelle [a], par rapport au Préop une augmentation des valeurs de F1 pour les deux patientes a été relevée lors des phases post-opératoires 1 et 2, pour se caler sur les valeurs initialement constatées pour la patiente ZIM contrairement à la patiente PETR pour qui les valeurs restent assez hautes. Les modifications des valeurs de F1 de la voyelle [u] se manifestent en une réduction minime en Post-Op1 pour ZIM, pour augmenter en Post-Op2 et rejoindre les valeurs de départ en Post-Op3. Pour la patiente PETR, nous avons constaté une augmentation qui reste constante à toutes les phases. En ce qui concerne les valeurs F2, pour ZIM, le F2 de [i] diminue en Post-Op1 et grimpe en Post-Op2 et 3, mais se rapprochant de la valeur de départ relevée en Préop. Le scénario est le même pour la patiente PETR entre le Préop et le Post-Op1 sauf, que les valeurs de F2 continuent à baisser en Post-Op2 et augmentent de nouveau en Post-Op3 s'ajustant ainsi à la valeur constatée en Préop. Le même scénario décrit précédemment est observé pour les valeurs de F2 de la voyelle [a] chez ZIM. Chez la patiente PETR, les valeurs de F2 de [a] sont en constante augmentation à travers les trois phases post-opératoires. Pour la voyelle [u], les valeurs formantiques de F2 pour les deux patientes ZIM et PETR augmentent en Post-Op1, cette élévation de la valeur de F2 se prolongeant pour ZIM et se réduisant pour PETR en Post-Op2. En

Post-Op3, les valeurs de F2 ont tendance à s'abaisser et donc tendent vers un réajustement des valeurs de F2 pour les deux patientes (*cf.* Tableau 11).

Tableau 11 : Valeurs formantiques moyennes des patientes ZIM et PETR pour les trois voyelles [i, a, u]. Les valeurs des écarts-types sont présentées entre parenthèses

	Phases	Préop		Post-Op1		Post-Op2		Post-Op3	
ID P	Voyelles /Formant	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
ZIM	i	377 (24,31)	2481 (46,85)	350(23,95)	2392 (63,75)	412 (12,64)	2438 (61,30)	360 (18,59)	2465 (52,67)
ZIM	a	656 (19,74)	1459 (30,49)	724 (28,05)	1384 (35,56)	783 (35,48)	1385 (51,96)	698 (55,89)	1373 (42,55)
ZIM	u	417 (37,01)	638 (103,53)	410 (5,76)	929 (42,67)	484 (72,37)	1135 (84,43)	416 (11,15)	932 (53,59)
PETR	i	351(13,01)	2683 (77,09)	458 (21,14)	2660 (70,35)	435 (37,35)	2271 (32,51)	445 (29,58)	2548 (48,63)
PETR	a	865 (43,00)	1269 (47,21)	985 (46,29)	1437 (36,27)	941 (44,00)	1372 (20,31)	1086 (35,20)	1419 (81,25)
PETR	u	362 (17,74)	742 (73,90)	460 (38,26)	1081 (93,36)	430 (54,71)	880 (43,60)	438 (33,55)	841 (63,52)

***Patients SOM, GLAD, ROJ et* SIB**

Nous avons regroupé les patients SOM, GLAD, ROJ et SIB puisqu'ils ont subi la même prise en charge chirurgicale qui consiste en une résection partielle du bord latéral droit de la langue pour les trois premiers patients cités *supra* et gauche pour le dernier, suivie d'une curiethérapie pour SOM et d'une radiothérapie pour GLAD, ROJ et SIB. Notons que le patient ROJ n'a pas pu être suivi sur toutes les phases post-opératoires suite aux complications post-traitements. En effet, après analyse des marges saines, il s'est avéré que ces dernières étaient envahies. Ce patient a subi par la suite une glosso-laryngectomie totale suivie d'une reconstruction par un lambeau du grand pectoral, ce qui ne le rendait plus éligible aux critères d'inclusion mis en place au départ pour notre étude. De ce fait, pour le patient ROJ, nous sommes contrainte de nous limiter aux seuls résultats des données à notre disposition, à savoir celles obtenues en (Préop et en Post-Op1). En observant le tableau ci-dessous (*cf.* Tableau 12), nous avons remarqué que pour les patients SOM, GLAD et ROJ, les valeurs formantiques de F1 et F2 des trois voyelles [i, a, u] sont divergentes en Préop. Nous avons constaté que chez le patient ROJ les valeurs formantiques sont plus basses que celles relevées chez les patients SOM, GLAD et SIB. En Post-Op1, nous avons remarqué des modifications des valeurs formantiques qui montrent une par augmentation des valeurs de F1 pour la voyelle [a] chez SOM, de [i] chez GLAD, puis de [i] et [u] chez ROJ et enfin de [a] et[u] chez SIB. Par rapport aux les valeurs de F2, nous avons observé une augmentation des valeurs de F2 chez SOM pour la voyelle [u] et une diminution des valeurs de ce formant pour les voyelles [i] et [a]. Le scénario est le même pour le patient GLAD, avec une réduction des valeurs de F2 pour le [u] également. Pour le patient ROJ les valeurs de F2 restent stables pour la voyelle [a], diminuent pour le [i] et augmentent nettement pour le [u] Chez le patient SIB, nous avons constaté une augmentation des valeurs de F2 pour les deux voyelles [a] et [u] et une légère diminution au

niveau des valeurs de [i]. En Post-Op2 et 3, les valeurs de F1 se réduisent pour la voyelle [a] et [u] et augmentent pour le [i] chez SOM, par rapport au Post-Op1, se rapprochant graduellement des valeurs relevées en Préop. Pour GLAD, en Post-Op2 les valeurs de F1 de [i] et [a] restent proches de ce qui a été observé en Post-Op1, mais augmentent pour la voyelle [u]. Lors du Post-Op3, nous avons remarqué un réajustement des valeurs de F1 pour le [i] et le [a] et une augmentation pour le [u] par rapport au Préop. En ce qui concerne le deuxième formant F2, les résultats montrent qu'en Post-Op2, les valeurs de F2 baissent chez SOM et GLAD pour la voyelle [i], puis augmentent de nouveau en Post-Op3. Quant aux voyelles [a] et [u], les valeurs de F2 augmentent pour la première en Post-Op2 et restent stables pour la deuxième dans toutes les phases chez SOM. Pour GLAD, les valeurs de F2 pour la voyelle [a] en Post-Op2 se réduisent puis augmentent en Post-Op3, pour la voyelle [u], elles restent constantes avec de minimes variations en Post-Op2 et 3 (*cf.* Tableau 12). Les écarts-types sont variables selon la résection subie par chaque patient et selon le type de voyelle.

Tableau 12 : Valeurs formantiques moyennes des patientes SOM, GLAD et ROJ pour les trois voyelles [i, a, u]. Les valeurs des écarts-types sont présentées entre parenthèses

	Phases	Préop		Postop1		Postop2		Postop3	
ID P	Voyelles /For	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
SOM	i	252 (8,47)	1964 (104,51)	230 (13,01)	1945 (35,45)	262 (125,31)	1913 (262,07)	289 (18,57)	2051 (35,55)
SOM	a	610 (53,17)	1141 (246,58)	660 (128,33)	980 (217,06)	619 (132,72)	1252 (582,15)	631(44,21)	1007 (43,65)
SOM	u	429(65,26)	722 (130,88)	415 (92,83)	745 (66,11)	374 (53,75)	756 (58,87)	349 (64,63)	732 (148,89)
GLAD	i	294 (12,55)	2494 (81,83)	355 (40,98)	2102 (107,75)	360 (8,24)	2243 (56,93)	286 (12,55)	2525 (73,03)
GLAD	a	733 (30,62)	1350 (93,34)	714 (29,48)	1246 (62,05)	711 (34,26)	1195 (38,04)	731(26,93)	1357 (110,04)
GLAD	u	509 (145,19)	878 (111,41)	530 (68,76)	842 (72,71)	488 (28,49)	869 (51,27)	574 (165,39)	810 (106,39)
SIB	i	291 (22,75)	2333 (46,87)	263 (11,77)	2233 (61,17)	272 (14,20)	2268 (40,08)	362 (12,69)	2112 (171,36)
SIB	a	672 (24,18)	1155 (48,70)	726 (22,34)	1305 (114,49)	721 (26,01)	1135 (91,39)	769 (47,37)	1215 (90,97)
SIB	u	530 (134,23)	833 (53,16)	544 (45,33)	870 (77,11)	561 (86,41)	828 (103,08)	475 (86,01)	878 (54,39)
ROJ	i	181 (9,33)	2364 (76,74)	211 (15,22)	2246 (71,42)				
ROJ	a	485 (67,90)	1041 (17,79)	482 (59,37)	1040 (102,49)				
ROJ	u	282 (76,63)	730 (81,87)	293 (79,76)	1085 (289,04)				

Patient BIRL

Il s'agit ici d'un patient ayant subi une pelvi-glosso-mandibulectomie non-interruptrice reconstruite avec lambeau libre osseux ostéocutané du péroné droit complété par un traitement adjuvant par radiothérapie. Pour ce patient, nous avons observé des modifications au niveau des valeurs formantiques de F1, F2 pour les trois voyelles extrêmes du français [i, a, u]. Dans le tableau ci-dessous, nous avons relevé que les valeurs de F1 augmentent en Post-Op1 pour la voyelle [i] et diminuent pour les deux voyelles [a] et[u]. Elles étaient, par exemple pour le F1 de [i], à 284 Hz en Préop, pour passer à 319Hz en Post-Op1 puis baisse légèrement à 301Hz et 250 Hz en Post-Op2 et 3

respectivement. Concernant les valeurs de F1 de [a], elles sont à 669 Hz en Préop, se réduisent à 467 Hz en Post-Op1, puis s'élèvent à 654Hz et se réduisent encore à 614 Hz en Post-Op2 et 3. Le [u] est aussi affecté par des modifications au niveau du conduit vocal avec une réduction des valeurs de F2 qui passent de 444 Hz en Préop à 376Hz en Post-Op1 pour augmenter à 552 Hz en Post-Op2, puis diminuer à 387 Hz en Post-Op3. Les écarts-types présentent une variabilité assez importante à travers les phases pour les trois voyelles [i], [a]et [u].

Pour les valeurs de F2 nous avons constaté une perturbation des valeurs de F2 au niveau des trois voyelles (*cf.* Tableau 13).

Tableau 13: Valeurs formantiques moyennes des patiente BIRL pour les trois voyelles [i, a, u]. Les valeurs des écarts-types sont présentées entre parenthèses

	Phases	Préop		Post-Op1		Post-Op2		Post-Op3	
ID P	Voyelles /Formant	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
BIRL	i	284 (22,48)	2123 (249,69)	319 (43,57)	2005 (187,26)	301 (16,47)	2013 (196,52)	250 (18,37)	2231 (93,39)
BIRL	a	669 (39,77)	1158 (22,25)	467 (49,37)	1145(58,52)	654 (34,47)	1199 (35,98)	614 (66,97)	1088 (41,02)
BIRL	u	444 (138,12)	852 (114,35)	376 (76,44)	933 (66,87)	552 (84,42)	963 (114,35)	387 (18,70)	960 (65,91)

Patiente HACH

Cette patiente a subi une hémi-glossectomie suivie d'une reconstruction par un lambeau anté-brachial, un traitement adjuvant par radiothérapie et une rééducation orthophonique. Suite aux complications entrainant le décès de cette patiente, nous n'avons pas pu acquérir d'enregistrements post-opératoires et suivre son évolution. Nous nous sommes limitée à comparer les productions vocaliques préopératoires aux productions post-opératoires 1, celles-ci révélant des modifications au niveau de la structure formantique des voyelles [i, a, u]. En effet, nous avons constaté un accroissement important des valeurs de F1 pour les trois voyelles entre le Préop et le Post-Op1, et du F2 pour la voyelle, [a] et [u]. En effet, la valeur de F1 de [i], par exemple, est de 250 Hz en Préop, en Postop1 une augmentation est constatée, soit 384 Hz. Le même scénario se reproduit pour les deux autres voyelles [a] et [u]. Les écarts-types sont plus importants après l'intervention. Une augmentation est également relevée au niveau des valeurs de F2 pour les voyelles [a] et [u] qui correspond en Préop à 1354 Hz, en Postop1 1647 Hz pour [a] et de 942 Hz en Préop, 1063 Hz en Posto1 pour le [u] respectivement (*cf.* Tableau 14).

Tableau 14: Valeurs formantiques moyennes de la patiente HACH pour les trois voyelles [i, a, u]. Les valeurs des écarts-types sont présentées entre parenthèses

	Phases	Préop		Post-Op1	
ID P	Voyelles /Formant	F1	F2	F1	F2
HACH	i	250 (11,10)	2332 (421,07)	384 (42,94)	2126 (182,6)
HACH	a	783 (72,14)	1354 (53,34)	977 (58,43)	1647 (83,78)
HACH	u	277 (28,2)	942(87,75)	435(140,38)	1063 (212,80)

Patient ANT

Nous avons affaire ici à un patient qui a subi une oro-pharyngectomie partielle envahissant le voile du palais, suivie d'une reconstruction par un lambeau du peaucier et un traitement post-opératoire par radiothérapie. Ce patient a été suivi jusqu'au Post-Op2, et suite à sa géolocalisation d'origine de Dijon, nous n'avons pas pu le suivre jusqu'au bout. Nous avons relevé des perturbations au niveau des valeurs formantiques de F1 et F2 chez le patient ANT. En effet, les valeurs formantiques de F1 des trois voyelles extrêmes sont légèrement modifiées après l'intervention en Post-Op1 et après le traitement complémentaire en Postop2. Les perturbations sont plus marquées au niveau des valeurs de F2, ces dernières ayant tendance à augmenter lors des phases post-chirurgicales. Cette augmentation est maintenue pour la voyelle [u] ; cependant pour le [i] les valeurs de F2 diminuent en Post-Op1 à 1901 Hz, puis ré-augmentent en Post-Op2 à 2200 Hz. Pour le F2 de [a], les valeurs formantiques de ce deuxième formant augmentent en Post Op1 à 1402 Hz par rapport au Préop 1278 Hz, pour diminuer à 1309 Hz en Post-Op3. (*cf.* Tableau 16).

Tableau 16 : Valeurs formantiques moyennes du patient ANT pour les trois voyelles [i, a, u]. Les valeurs des écarts-types sont présentées entre parenthèse

	Phases	Préop		Post-Op1		Post-Op2	
ID P	Voyelles /Formant	F1	F2	F1	F2	F1	F2
ANT	i	310 (22,24)	2187 (37,85)	296 (8,18)	1901(199,43)	328 (32,94)	2200 (342,70)
ANT	a	761 (31,27)	1278 (64,78)	774 (129,59)	1402 (97,05)	780 (41,25)	1309 (163,51)
ANT	u	432(141,71)	787(178,08)	434 (95,19)	1037 (84,23)	382(41,067)	1049 (135,15)

Les variations des valeurs formantiques de F1 et F2 des voyelles [i, a, u] présentées précédemment (*cf.* VI.3.1) ont des influences directes sur la taille de l'espace vocalique de chaque patient. Nous proposons d'examiner ces espaces dans ce qui suit (*cf.* VI.3.2).

VI.3.2 Aire des espaces vocaliques

Les résultats de l'analyse statistique illustrés par le *Box Plot* (*cf.* Figure 24), ci-dessous, montrent des différences au niveau des aires des espaces vocaliques à travers les phases pré et post-chirurgicales, mais les différences ne sont pas significatives. Nous avons également constaté deux valeurs anormales qui correspondent aux aires des espaces vocaliques du patient JCT, lors des deux phases post-opératoires 1 et 2. Il existe une petite différence entre Préop et Post-Op1 pour les valeurs moyennes de l'aire des espaces vocaliques. De plus, à travers le temps et donc les phases post-chirurgicales, nous avons observé une augmentation des valeurs des aires. Cependant, nous n'avons pas identifié des divergences sur le plan statistique.

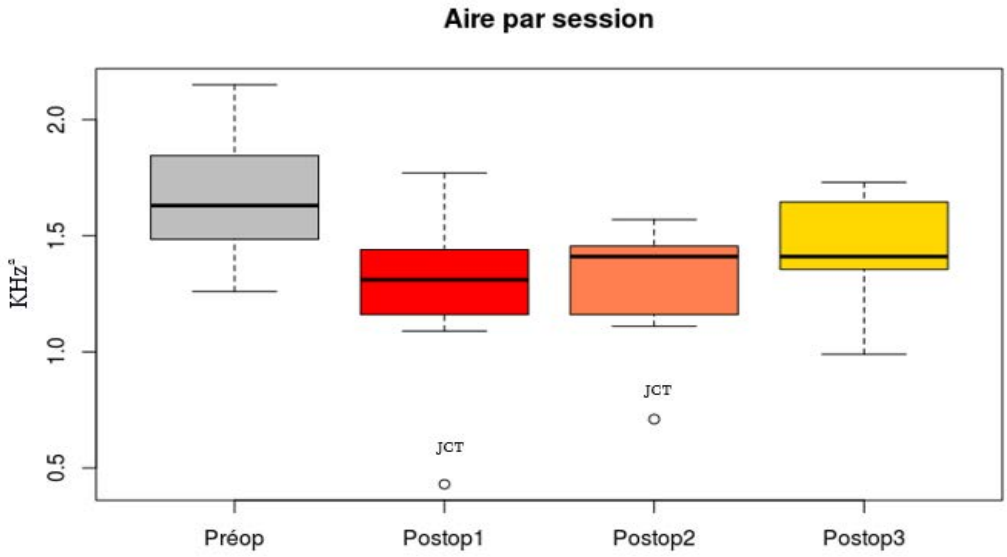


Figure 24: Résultats de l'analyse par Box Plot des aires des espaces vocaliques

L'analyse par groupe de patients (*cf.* Figure 25) n'indique pas de différences significatives entre les groupes de patients pelvi-glossectomisés et ceux partiellement glossectomisés. Nous n'avons pas observé de changement significatif pour la variable aire des espaces vocaliques, malgré les modifications apportées au niveau des synergies linguales perturbées par la reconstruction.

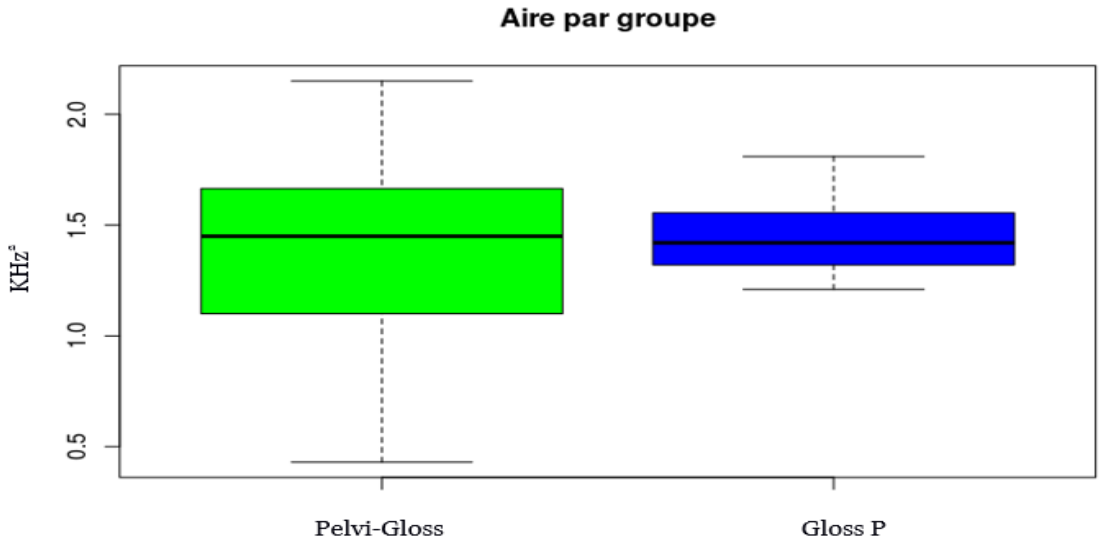


Figure 25 : Résultats de l'analyse par Box Plot des aires des espaces vocaliques par groupe de patients

Nous avons réalisé des analyses individuelles de la variance (*ANOVA*) à deux facteurs pour la variable aire des espaces vocaliques, afin de déterminer s'il existait des effets de *phases d'enregistrements « temps »* et de *patient* « type d'exérèse » Les deux facteurs *phase d'enregistrement* et *patient* « type d'exérèse » se sont révélés significatifs (*p<0,0001*) pour la variable aire de l'espace vocalique (*cf.* Tableau 15).

Nous présentons ci-dessous les résultats des analyses statistiques obtenus en reliant les valeurs les plus extrêmes entre elles, en calculant à partir de la formule de Héron, l'aire de l'espace maximal de chaque répétition au sein de chaque phase, pour chaque patient sujet de notre étude.

Tableau 15 : Résultats des analyses statistiques (ANOVA à deux facteurs (phase d'enregistrement et patient) de l'effet phases d'enregistrement sur l'aire de l'espace vocalique chez les 10 patients glossectomisés.

Type d'exérèse et identification du patient/ Phas	Préop- Postop1	Préop- Postop2	Préop- Postop3	Postop1-Postop2	Post-op1- Postop3	Post-op2- Postop3
Gloss T + reconst (JCT)	p<0,0001	p<0,05	ns	ns	p<0,05	ns
Pelvi-glosso-Mandibul + reconst (BIRL)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Pelvi-gloss (PETR)	ns	p<0,05	ns	ns	ns	ns
Pelvi-gloss (ZIM)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Gloss P (SOM)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Gloss P (Glad)	p<0,05	ns	ns	ns	p<0,01	ns
Gloss P (SIB)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Oro-pharyngct + reconst (ANT)	p<0,05	ns	ns	ns	ns	ns
Gloss P (ROJ)	p<0,05	ns	ns	ns	ns	ns
Hémi-gloss + reconst (HACH)	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Comme nous l'avions supposé précédemment, les modifications des valeurs formantiques, extraites à partir des voyelles, ont des conséquences sur l'aire de l'espace vocalique. À partir des analyses de variances *ANOVA,* nous pouvons constater que l'aire de l'espace vocalique est significativement réduite (t (3) =4,065, *p<0,0001*) pour le patient (JCT), entre les phases d'enregistrements Préop et post-op1, avant de ré-augmenter (t(3)=2,227, *p<0,05*) en phase post-op2, sans pour autant atteindre la valeur de référence de la phase Préopératoire. Elle est de (1,26 kHz²), (0,43 kHz²), (0,71 kHz²) et (0,99 kHz²) dans les quatre phases respectivement, pour le patient (JCT). Pour la patiente (PETR), l'aire de l'espace vocalique en post-op2 est également modifiée (t(3)=3,123, *p<0,05*) de manière significative en Post-Op2 (1,57 kHz²), par rapport à celle relevée en post-op1 (1 ,77 kHz²). Nous avons également relevé que l'aire de l'espace vocalique est significativement réduite (*p<0,05*) en phase post-op1 pour les patients (ANT, GLAD et ROJ). En Préop, elle est de (1,51 kHz², 1,78 kHz² et 1,68 kHz²), pour se réduire à (1,03 kHz², 1,32 kHz² et 1,30 kHz²) pour les trois patients respectivement, en post-op1. Notons qu'à partir de la phase Post-Op2, pour certains de nos patients et du Post-Op3 pour d'autres, l'aire de l'espace vocalique augmente pour atteindre les valeurs de départ relevées en Préop, preuve d'un réajustement (*p=ns*). L'espace vocalique est géométriquement conventionnel (*p=ns*) pour 3 patients sur 4 ayant subi une glossectomie partielle, et les différences restent minimes entre les phases d'enregistrements. C'est aussi le cas pour la patiente (HACH) ayant subi une hémi-glossectomie, suivie d'une reconstruction avec un lambeau anté-brachial.

La (Figure 26), ci-dessous, présente les aires des espaces vocaliques de deux patientes (ZIM et PETR). Comme nous l'avons précisé précédemment, ces deux patientes ont eu la même prise en charge chirurgicale et thérapeutique, elle consiste en une pelviglossectomie plus radiothérapie. En observant la figure de la patiente (ZIM) à gauche, nous avons constaté que par rapport au Préop (triangle en rouge), en Post-Op1 et en Post-Op3 (le triangle vert et bleu) sont légèrement modifiés, mais ces derniers se superposent. Une modification plus importante est observable en Post-Op2, et nous pouvons voir que le triangle est plus centralisé après la radiothérapie.

Pour la patiente (PETR) qui correspond aux aires des espaces vocaliques sur la figure à droite, nous rappelons que cette patiente a eu une extraction dentaire Préopératoire et de ce fait, nous avons comparé dans un premier temps le triangle en Préop à celui d'une locutrice de contrôle. Les résultats ne montrent pas de différence importante en Préop puisque la patiente

arrive tout de même à atteindre les extrémités de l'espace pour les trois voyelles [i, a, u]. Nous nous sommes donc référée au Préop pour voir l'évolution des autres phases post-opératoires. En effet, nous avons observé que par rapport au Préop, l'aire de l'espace vocalique est réduite en Post-Op1 et se réduit davantage en Post-Op2 après traitement par radiothérapie. En Post-Op3, nous avons constaté une récupération qui se manifeste au niveau de l'augmentation de l'aire de l'espace vocalique, après 6 mois.

Nous avons relevé que la taille des espaces vocaliques des patientes (ZIM) et (PETR), et leurs configurations restent presque similaires avec des modifications de la synergie linguale en Post-Op1 (en vert) et en Post-Op2 (en violet), par rapport aux autres phases d'enregistrement Préop (en rouge) et Post-Op3 (en bleu clair) (*cf.* Figure 26).

(ZIM) (PETR)

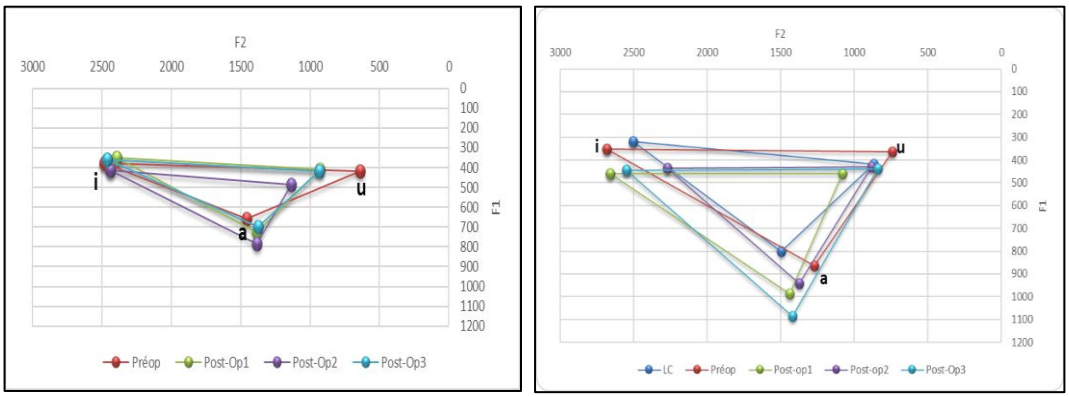


Figure 26 : Valeurs formantiques de F1 et F2 des voyelles tenues [i, a, u] après une glossectomie partielle (ZIM) à gauche et une pelviglossectomie (PETR) à droite

En ce qui concerne le patient (BIRL), qui a subi une pelvi-glosso-mandibulectomie suivie d'une reconstruction avec lambeau libre du péroné droit, nous avons observé que par rapport au Préop (triangle en rouge sur la figure à gauche), les triangles sont plus centralisés et l'aire des espaces vocalique et plus réduite en Post-Op 1 et 2. Aussi, nous avons constaté que le patient (BIRL) a plus de difficultés à réaliser la voyelle [a]en Post-Op1 principalement. Cela peut être expliqué par le fait que la reconstruction mandibulaire empêche le processus d'ouverture adéquate de la cavité buccale pour une réalisation correcte de la voyelle [a]. Après 6mois, et donc en Post-Op3, nous avons remarqué un réajustement au niveau de l'aire de l'espace vocalique.

(BIRL) (JCT)

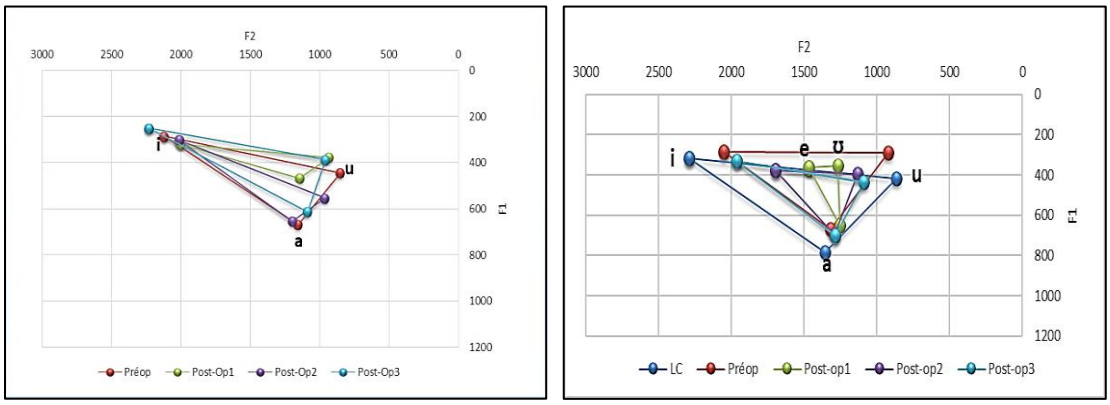


Figure 27 : Valeurs formantiques de F1 et F2 des voyelles tenues [i, a, u] après une pelvi-glosso-mandibulectomie (BIRL) à gauche et d'une pelviglossectomie totale (JCT) à droite, suivie d'une reconstruction

En ce qui concerne le patient (JCT), ayant subi une pelviglossectomie totale suivie d'une reconstruction par un lambeau antérolatéral de la cuisse droite, la comparaison entre le sujet contrôle et le Préop montre une légère différence. En effet, l'aire de l'espace vocalique en Préop et légèrement plus réduite que celle du locuteur contrôle. Rappelons que chaque individu à sa propre capacité et qu'au sein des productions d'un même locuteur, il peut y avoir des variabilités idiosyncrasiques.

Nous nous référons au Préop du patient dans le reste des analyses. En effet, par rapport au Préop (triangle en rouge), les trois voyelles extrêmes de l'espace vocalique sont moins éloignées ; le triangle est centralisé en phase Post-Op1 (en vert). L'aire de l'espace vocalique est extrêmement réduite en Post-Op1 pour ce patient. Ce constat peut être considéré comme une conséquence de l'ablation totale et de la reconstruction par lambeau antérolatéral, puisque ce dernier est fixé, ce qui réduit la mobilité. De ce fait, le patient tente de réaliser les voyelles requises avec un ratage de la « cible » articulatoire, tout en essayant quand-même d'adapter la dynamique de ses gestes à une nouvelle configuration de la cavité orale. Il compense les voyelles exigées par d'autres réalisations vocaliques, plus ou moins éloignées, en termes de « cibles » spatiotemporelles, mais qu'il peut réaliser plus aisément. Ainsi, le patient (JCT) produit des sons qui se rapprochent plus du [e] français et du [ʊ] japonais pour la réalisation des voyelles [i] et [u], respectivement. En dépit des effets secondaires de fibroses musculaires par exemple, certains auteurs montrent que l'amélioration fonctionnelle peut se poursuivre après la radiothérapie (Furia *et al.*,2001 ; Hsiao *et al.*,2003). Le travail musculaire personnel, à travers le temps et avec la rééducation orthophonique,

permet une amélioration de la mobilité linguale et donne un peu de souplesse au lambeau initialement inerte. Cette amélioration est constatée dans les autres phases post-opératoires 2 et 3. Les triangles ont tendance à s'élargir et donc à tendre vers une normalisation des valeurs de F1 et F2 (*cf.* Figure 27).

Nous pouvons voir ci-dessous (*cf.* Figure 28), les aires des espaces vocaliques du patient SOM à gauche et celle du patient GLAD à droite. Notons que ces deux patients ont eu la même exérèse qui consiste en une glossectomie partielle avec un traitement thérapeutique différent, à savoir une curiethérapie pour le patient SOM et une radiothérapie pour le patient GLAD. À travers les deux figures *infra*, nous avons constaté que les aires des espaces vocaliques se comportent de la même façon chez ces deux patients. En effet, nous avons observé une réduction minime des aires chez ces patients en Post-Op1. Lors du Post-Op2, l'aire des espaces vocaliques continue à se réduire chez le patient SOM et ré-augmente pour le patient GLAD. En Post-Op3, les espaces vocaliques s'élargissent pour les deux patients, rejoignant presque les valeurs relevées en Préop.

(SOM) (GLAD)

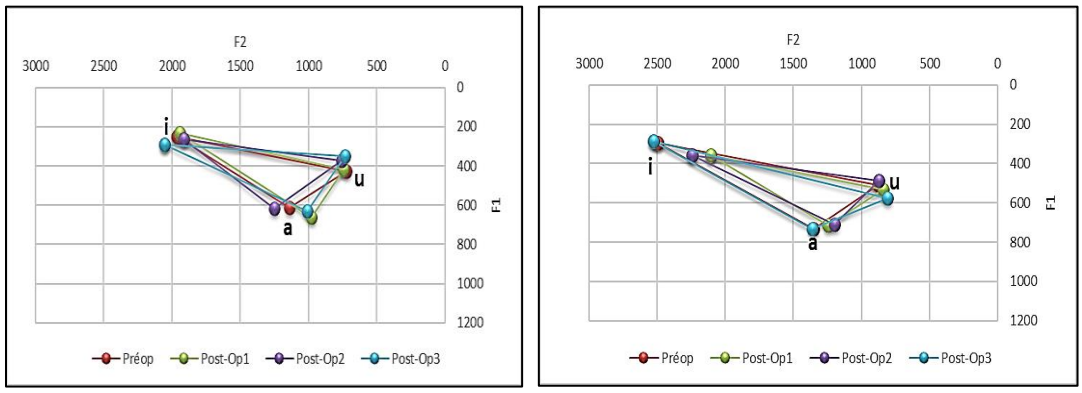


Figure 28 : Valeurs formantiques de F1 et F2 des voyelles tenues [i, a, u] après une glossectomie partielle (SOM) à gauche et d'une glossectomie partielle (GLAD) à droite

Pour les patients (SIB) et (Ant), représentés sous la Figure 29 ci-dessous, nous avons constaté que le même scénario observé précédemment chez le patient GLAD en Post-Op1 et 2 se reproduit pour le patient (SIB). Cela consiste en une diminution des aires des espaces vocaliques en Post-Op1 et une ré-augmentation en Post-Op2, mais en Post-Op3 l'aire se réduit légèrement à nouveau. Pour le cas du patient (Ant), patient ayant subi une oro-pharygectomie avec une notion de langue et une reconstruction avec un lambeau peaucier, nous avons observé que le triangle du locuteur de

contrôle et du Préop sont pratiquement similaires, et une centralisation bien prononcée de l'aire de l'espace vocalique en Post-Op1. En Post-Op2, et après traitement complémentaire, nous avons constaté une récupération et une augmentation de l'aire de l'espace vocalique, sans pour autant atteindre la valeur relevée en Préop.

(SIB) (ANT)

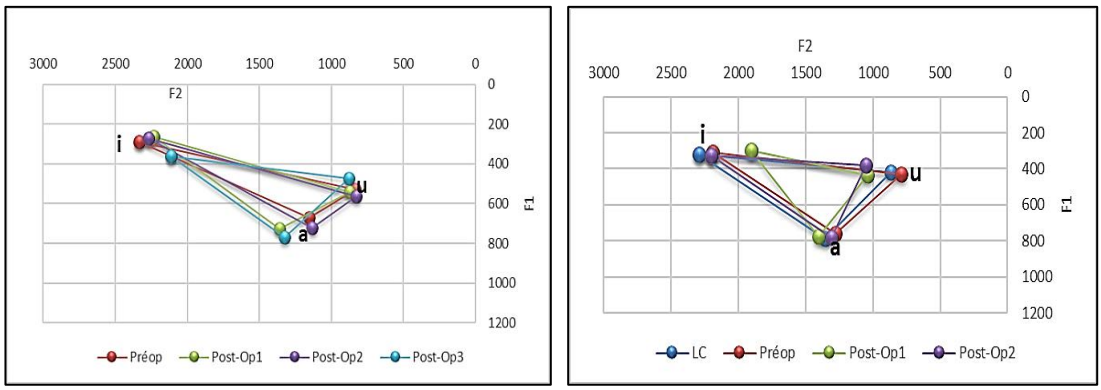


Figure 29 : Valeurs formantiques de F1 et F2 des voyelles tenues [i, a, u] après une glossectomie partielle (SIB) à gauche et d'une glossectomie partielle (ANT) à droite

En ce qui concerne les patients HACH et ROJ, présentés sur la figure ci-dessous, nous voyons que l'aire de l'espace vocalique est similaire en Préop. En Post-Op1, les aires ont tendance à se réduire et se centraliser pour ces deux patients.

(HACH) (ROJ)

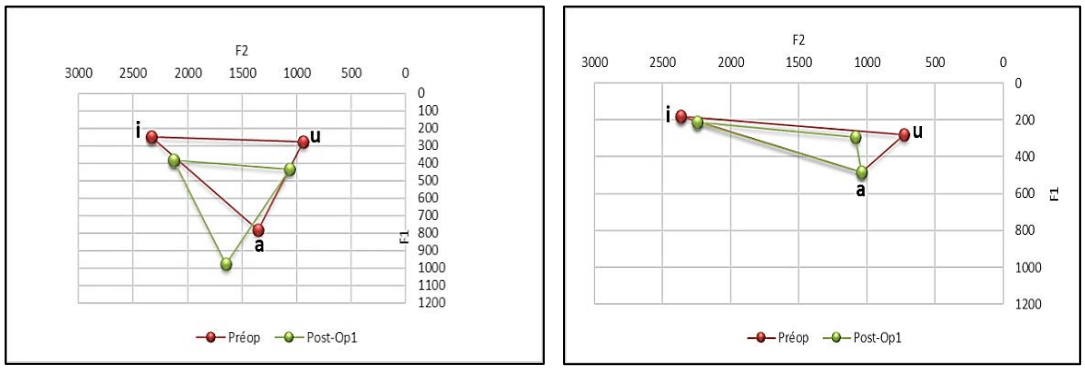


Figure 30 : Valeurs formantiques de F1 et F2 des voyelles tenues [i, a, u] après une hémi-glossectomie (HACH) à gauche et d'une glossectomie partielle (ROJ) à droite

Ayant examiné les modifications des espaces vocaliques dues aux perturbations localisées dans le conduit vocal, nous proposons, dans ce qui suit, d'étudier l'indice de dispersion et d'organisation du système vocalique à partir d'un indice statistique ; l'indice F.

VI.3.3 L'indice F

Suite à la perturbation du système vocalique, nous avons utilisé une méthode statistique pour le contrôle des changements vocaliques à travers les phases d'enregistrements pré et post-opératoires, chez nos patients souffrants d'un carcinome épidermoïde au niveau de la langue. En effet, il est bien connu que les sons du langage sont confrontés au phénomène intrinsèque de variabilité, ce qui rend toute reproductibilité invariante impossible pour un locuteur sain, et encore moins pour un locuteur pathologique après une modification au niveau de ses organes phonatoires.

Á partir de là, nous nous sommes intéressée à l'étude de l'indice F, un outil de conceptualisation développé par Huet & Harmegnie (2000).

La Figure 31, ci-dessous, représente la dispersion en nuage de points des voyelles [i, a, u] sur le plan F1 et F2 produite sur quatre phases (pré et post-opératoires) pour le patient (JCT) totalement pelvi-glossectomisé. Á partir de cette analyse, nous tâchons de mettre en relation les modifications anatomiques des organes de la cavité buccale et leurs conséquences sur la production des différentes voyelles, à travers les phases d'enregistrements.

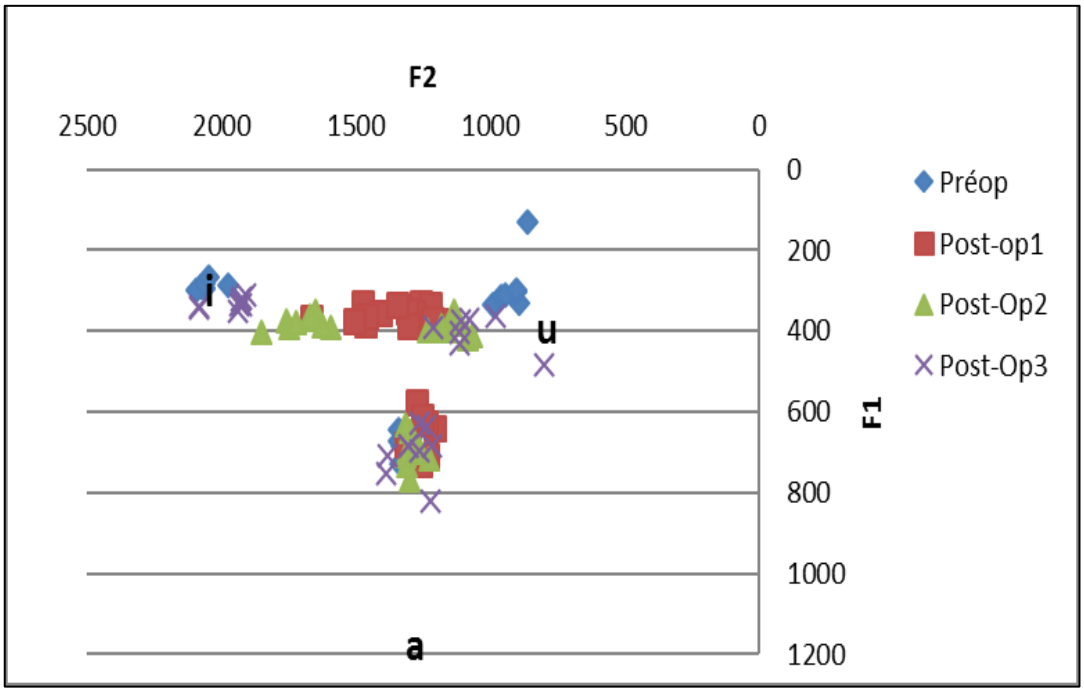


Figure 31 : Nuages formés par les voyelles [i, a, u] dans le plan F1/F2 en production pré et post-opératoires (patient JCT)

Pour ce faire, nous avons suivi la même démarche présentée dans les travaux de Huet & Harmegnie, 2000. Le calcul de l'indice F est fait à partir d'un modèle de Fisher-Snedecor (la statistique F) et donc de l'analyse de variance sur plusieurs étapes présentées *précédemment* (*cf.* chapitre V).

Les résultats des mesures de l'indice de dispersion de l'organisation du système vocalique montrent qu'en Préop, les valeurs de l'indice (Phi) restent assez élevées en fonction de la capacité de chaque patient. Des valeurs élevées de l'indice (Phi) reflètent une bonne organisation du système vocalique avant l'intervention chirurgicale. Globalement, nous avons observé un indice (Phi) qui se situe entre (1946 maxima et 4,52 minima), ces valeurs correspondent aux patients (ZIM et Som) respectivement. Les valeurs du Phi des autres patients se trouvent entre l'intervalle des deux patients précédemment cités. En Post-op1, suite à la chirurgie et la reconstruction pour certains de nos patients, nous avons constaté une diminution attendue de l'indice (Phi). Cela a été observé pour tous les patients, à l'exception de la patiente (PETR) pour qui l'indice de dispersion et de l'organisation du système vocalique a augmenté brusquement. En effet, pour cette dernière, l'augmentation est assez remarquable, le Phi est passé de (19,55 à 1124) en Post-Op1. Pour la patiente (ZIM), nous avons constaté une légère diminution du Phi lors du passage du Préop au Post-Op1, cela correspond à une baisse de (1946 à 1548). En Post-Op2, et donc après les traitements complémentaires prescrits pour chaque patient et les possibles effets indésirables que ceux-ci peuvent engendrer sur la production de la parole en général et des segments vocaliques et consonantiques en particulier, nous avons observé une augmentation du (Phi) pour (JCT, GLAD, SOM, SIB et ANT). En ce qui concerne les valeurs du (Phi) pour les patients (PETR et ZIM) nous avons remarqué une diminution assez conséquente du Phi. Cette diminution, relevée lors des phases post-opératoires 1 et 2, révèle d'une perturbation et une désorganisation au niveau du système vocalique.

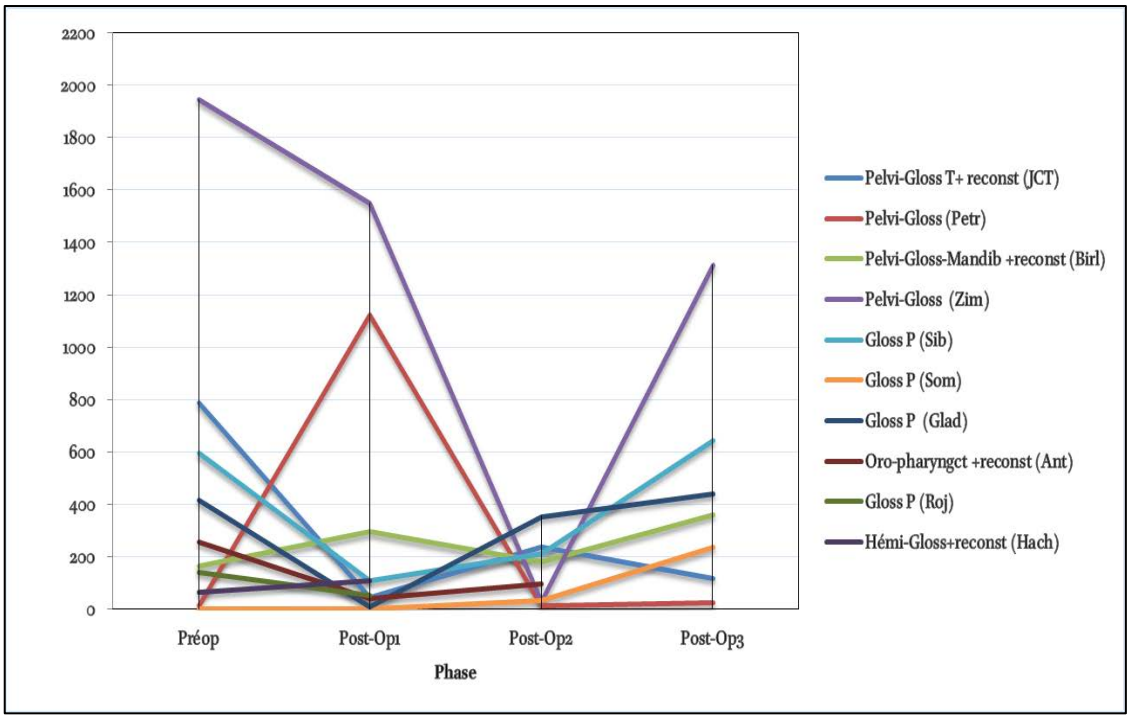


Figure 32 : Résultats des mesures de l'indice de dispersion au niveau de l'organisation du système vocalique Phi (ϕ) à travers les phases d'enregistrements chez les 10 patients glossectomisés

En post-op3, et après réhabilitation pour certains de nos patients, nous avons observé une augmentation des valeurs du (Phi) ; cet accroissement est proportionnellement lié aux types d'exérèse et du traitement subi par chaque patient (*cf.* Tableau 9). En effet, plus l'exérèse est étendue, plus la valeur du (Phi) sera altérée. Certains patients ont même pu atteindre leurs valeurs de Phi initialement relevées en Préop.

Ainsi, à travers cette étude de l'indice Phi, nous pouvons conclure que chaque patient tente d'adapter ses capacités gestuelles dans la cavité buccale qui correspond à une nouvelle configuration, ce qui aboutit à une réorganisation du système vocalique. Rappelons en effet que plus la valeur du (Phi) est élevée, plus la dispersion des entités vocaliques dans le système vocalique reste contrainte et organisée. Plus la valeur du (Phi) est basse, plus les éléments vocaliques dans ce système se dispersent, donnant un système globalement désorganisé.

Conclusion chapitre VI

Nous avons présenté *supra* les valeurs formantiques F1 et F2 de tous les patients sujets de notre étude. Il s'avère que les valeurs de F1 et F2 varient en fonction de la phase d'enregistrement pour quasiment toutes les voyelles [i, a, u], selon la taille de l'exérèse et les traitements de chaque patient. F1 et / ou F2 subissent principalement de légères ou d'importantes modifications pour les voyelles [i] et [u], en phase d'enregistrement postopératoire 1 et 2, avant de retrouver des valeurs attendues en postopératoire 3. Ces tendances affecteraient proportionnellement les tailles de l'espace vocalique maximal. L'étude des écarts-types a révélé une variabilité plus importante, caractérisée par des écarts-types plus grands, dans la phase postopératoire 1. Cela est particulièrement vérifié pour les voyelles [i] et [u], pour qui le contrôle gestuel est généralement plus contraint au niveau des constrictions.

L'aire de l'espace vocalique moyen est significativement réduite ($p<0,001$) pour le patient JCT, et ($p<0,05$) pour GLAD, ANT et ROJ entre les phases d'enregistrements Préop et Post-Op1, et JCT et PETR entre le Préop et le Post-Op2, avec un accroissement en phase postopératoire 3, sans atteindre les valeurs de départ initialement relevées en Préop.

L'étude de l'aire de l'espace vocalique en fonction des patients démontre une tendance similaire. La plupart des patients ont une aire de l'espace vocalique plus petite en postopératoire 1 et 2 que celle mesurée en phase Préopératoire, avant d'augmenter en postopératoire 3. Cela reste lié à la taille de la résection et aux différentes prises en charge post-traitements de chaque patient. Plus la résection est large plus les séquelles sur les productions des segments vocaliques est importante, provoquant ainsi une perturbation sur le plan F1 et F2 et des modifications de l'aire de l'espace vocalique. L'étude de l'indice F a révélé que plus la valeur du (F) est élevée, plus la dispersion des entités vocaliques dans le système vocalique est organisée. Plus la valeur du (F) est basse, plus les éléments vocaliques dans ce système se dispersent, donnant un système globalement désorganisé.

Résumé chapitre VII

Ce chapitre porte sur les caractéristiques temporelles principales de la production de la parole, chez des patients glossectomisés suite à un cancer endo-buccal. Notre étude se veut articulatori-acoustique, puisqu'il s'agit de déceler les différents indices articulatori-acoustiques qui nous permettrait de remonter, autant que faire ce peut, aux gestes et configurations articulatoires (Abry *et al.*, 1985), à partir d'un signal acoustique.

Il est principalement question de relever et analyser les diverses modifications au niveau du timing des articulateurs après une glossectomie partielle ou totale et ses répercussions sur la parole des patients. Notre expérience est réalisée à l'aide d'un corpus constitué de douze séquences de type VCV, sur lesquelles ont été mesurés : la durée de V1 et V2, le VOT (Klatt, 1975), le VTT (Agnello, 1975), le silence acoustique, l'occlusion et la tenue consonantique.

Les résultats divergent selon le site, la taille de la lésion, les reconstructions et les traitements suivis par chaque patient. De ce fait, les distorsions peuvent être plus ou moins importantes. Les modifications au niveau du timing affectent particulièrement les occlusives ([t, d, k, g]) qui peuvent être réalisées avec une occlusion partielle et, en conséquence, un allongement du VOT pour certains de nos patients. Pour d'autres, les occlusives citées *supra* sont produites avec des caractéristiques de constrictives, nous empêchant de pouvoir délimiter les frontières entre les indices temporels retenus, ces derniers n'étant pas mesurables dans certaines productions.

Une amélioration dans la qualité des productions est perçue avec le temps et la rééducation orthophonique permettant ainsi un rapprochement ou un retour aux valeurs relevées initialement en phase Préopératoire.

Chapitre VII : Étude spatio-temporelle de la parole après glossectomie partielle ou totale pour des productions de type VCV

VII.0. Introduction

Nous proposons au sein de ce chapitre d'étudier les traits caractéristiques de la production de la parole, particulièrement au niveau temporel, par des patients glossectomisés suite à un cancer endo-buccal, et ce en fonction du site, de la taille de résection et des traitements adjuvants. Il est question d'estimer les effets d'une glossectomie partielle ou totale sur le timing des articulateurs, à partir d'un corpus composé de séquences de type VCV.

Notre démarche se veut articulatori-acoustique ; pour cela nous repérons, analysons les différents indices articulatoires, à partir d'un signal acoustique continu, essayant ainsi de remonter aux gestes et aux configurations articulatoires (Abry *et al.* 1985). Nous nous focalisons, à travers cette expérience, sur les perturbations affectant le niveau temporel suite à une exérèse carcinologique localisée dans le système de production de la parole.

Notre étude se veut longitudinale du moment où la parole des patients est enregistrée lors de différentes phases pré et post-traitements (Préop, Post-Op1, 2 et 3), ce qui devrait nous permettre d'étudier les perturbations et les réajustements après glossectomie partielle ou totale. Notons que selon la taille de l'exérèse, le site de la tumeur et le type de reconstruction, les patient glossectomisés trouvent des difficultés à réaliser certains sons, et en particulier les occlusives linguales [t, d, k, g] (*cf.* Chapitre IV). En effet, après une résection carcinologique de la langue, l'occlusion de l'occlusive est partielle, et certains patients ont tendance à réaliser une occlusive ayant des propriétés de constrictive, mais qui devrait correspondre initialement à l'occlusive souhaitée au niveau articulatoire, engendrant une extension de la durée du paramètre intra-segmental le VOT.

Pour certains patients, l'atteinte de la cible articulatoire n'est pas toujours évidente. Les patients glossectomisés déploient des stratégies de compensation ou de réajustement suite à la nouvelle configuration de leur cavité buccale provoquée par la résection et les prises en charges consécutives à la chirurgie. Ces stratégies compensatoires restent individuelles et se manifestent au niveau des perturbations des valeurs de la durée des segments vocaliques et consonantiques. Une amélioration au niveau de la production de la parole est donc appréciable au cours du temps et de la rééducation orthophonique.

VII.1. Procédure expérimentale

VII.1.1. Participants

Cette étude est réalisée à partir de dix patients dont la production de la parole a été enregistrée dans différents établissements hospitaliers localisés en Alsace, et parfois en cabinet d'orthophonie. Il s'agit des mêmes participants présentés lors de la précédente expérience à savoir : trois femmes (ZIM, PETR et HACH), et sept hommes (SIB, SOM, GLAD, JCT, BIRL, ANT et ROJ). Ces patients ont subi différentes ablations linguales, partielles ou totales, suivies ou non de reconstructions (*cf.* Tableau 9, chapitre V). Le processus d'enregistrement des patients est le même que celui mentionné lors de la précédente expérience (*cf.* Chapitre VI).

VII.1.2 Corpus

Le corpus utilisé dans cette étude est composé de douze logatomes (ou séquences VCV). Les logatomes sont créés comme suit : si V1 = [i] alors V2 = [a] et *vice versa*. La consonne est l'une des 6 occlusives [p, t, k, b, d, g]. Ces consonnes ont été choisies car elles offrent la possibilité d'observer l'effet de la chirurgie et des traitements sur le recul du lieu d'articulation et particulièrement de la masse de la langue, de l'avant vers l'arrière de la cavité buccale.

Les douze logatomes sont donc les suivants : [api], [ati], [aki], [adi], [agi], [abi], [iga], [ida], [iba], [ika], [ipa] et [ita].

Il s'agit pour les participants de lire chaque logatome qui leur est présenté. Le corpus a été prononcé aléatoirement entre 5 et 10 fois, selon les possibilités de chaque patient, tout en respectant son degré de fatigabilité. Nous nous sommes limitée, au bout du compte, à 5 répétitions étant le nombre maximum atteint par l'ensemble des patients.

VII.1.3 Mesures

Les signaux acoustiques des productions vocaliques et consonantiques de chaque patient ont été segmentés manuellement, en traitant conjointement le signal et le spectrogramme correspondant. Nous avons mesuré, pour chaque séquence de type VCV, la durée du segment vocalique et consonantique (*cf.* Figure 33 & Figure 34).

La perturbation du signal acoustique pour les productions vocaliques et consonantiques suite à la pathologie et la chirurgie, a rendu la standardisation de nos mesures très difficile particulièrement, pour les paramètres intra-segmentaux.

Pour chaque logatome VCV, nous avons mesuré les durées :

- de la première voyelle (V1) ;
- de la consonne intervocalique (C) ;
- de la seconde voyelle (V2).

La durée absolue de la voyelle a été mesurée entre le VVO et le VVT, c'est-à-dire entre le début et la fin de la structure formantique clairement définie.

Nous avons mesuré pour chaque séquence VCV, les durées indiquées *infra*, lorsque la délimitation des paramètres mesurés était possible :

- le VTT (*Voice Termination Time*), pour les consonnes occlusives non-voisées ;
- le silence acoustique (pour les consonnes occlusives non-voisées) ;
- le VOT (*Voice Onset Time*) ;
- la tenue consonantique.

Rappelons que le VTT (*Voice Termination Time*), la tenue consonantique des occlusives et le VOT (*Voice Onset Time*) n'étaient pas toujours mesurables, suite à la présence de bruits de friction dans certaines productions chez certains de nos patients glossectomisés.

Le VOT

Le Voice Onset Time (VOT) est une mesure acoustique retenue pour la première fois par Lisker et Abramson (1964). Ces derniers avaient délimité le VOT, dont l'intervalle allait de l'explosion, due au relâchement consonantique, aux premières vibrations périodiques correspondant au début du voisement.

Lisker et Abramson (1964) ont été ainsi les pionniers de cette mesure. Pour eux, c'est la durée qui sépare le relâchement (CFO) de la mise en vibration des cordes vocales (VO). Il peut donc être positif (pour les non-voisées) et négatif (pour les voisées).

Il faut tout de même rappeler qu'une autre définition de ce paramètre existe ; Klatt (1975) a décrit le VOT comme l'intervalle allant du relâchement consonantique (CFO) jusqu'à l'apparition de la structure formantique clairement définie de la voyelle (VVO). Il est donc toujours positif pour les non voisées comme pour les voisées. Nous avons retenu le VOT de Klatt (1975) lors de la segmentation de nos signaux acoustiques.

Pour Cho et Ladefoged (1999), le VOT serait un *trait phonologique* définissable en terme de différence de durée entre l'initiation du geste articulatoire, responsable du relâchement de l'occlusion et l'initiation du geste laryngé responsable de la vibration des cordes vocales. Il faut signaler aussi que d'après plusieurs études, la durée du VOT pourrait dépendre de la vitesse d'élocution du locuteur.

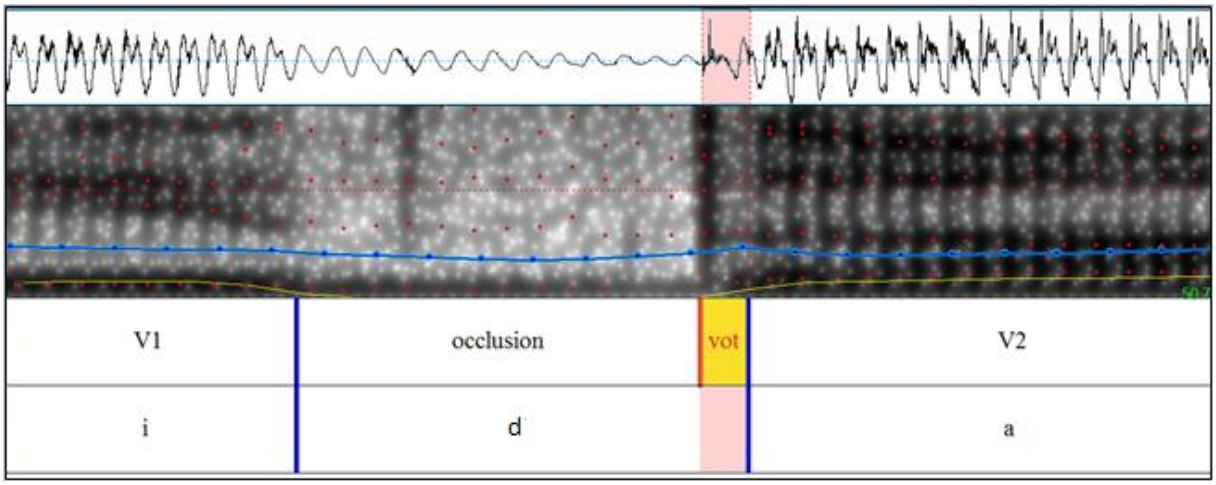


Figure 33 : Mesures temporelles pour une séquence VCV où C correspond à une consonne voisée. Exemple de [ida]

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 qu'Agnello (1975) a été le premier à utiliser cette mesure.

Par la suite, Sock (1983) et Abry *et al.* (1985) ont repris cette mesure en la définissant comme étant le temps que mettent les cordes vocales pour s'arrêter de vibrer (VT) après une occlusion ou striction consonantique dans le conduit vocal.

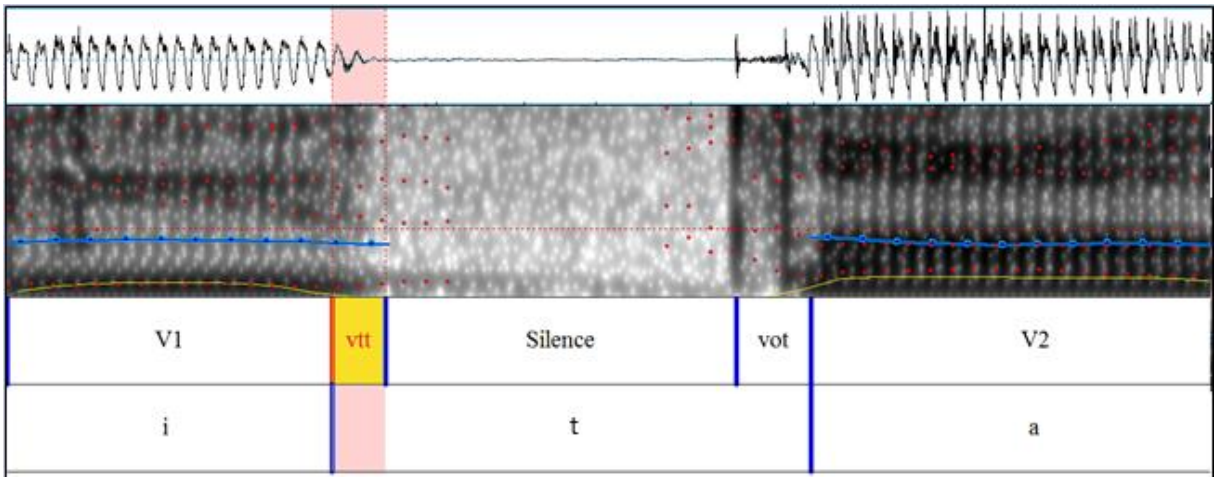


Figure 34: Mesures temporelles pour une séquence VCV où C correspond à une consonne non-voisée. Exemple de [ita]

VII.1.4 Analyse des données

Les résultats de cette expérience sont présentés sous forme de graphiques afin de permettre au lecteur une meilleure visibilité et d'en faciliter la lecture. Rappelons que les séquences étudiées au sein de cette analyse temporelle sont de type VCV, chaque consonne est analysée dans deux environnements vocaliques différents [i-a] *vs.* [a-i] et C =une des occlusives linguales non-voisées ou voisées [t, k, d, g].

Les résultats des données analysées sont rapportés en valeurs absolues qui correspondent aux moyennes des répétitions réalisées par nos patients. Les écarts-types sont également calculés. Des analyses de variances (ANOVA) à mesures répétées ont été réalisées pour toutes nos données (*cf.* infra l'analyse statistique). Les valeurs présentées renvoient toujours aux moyennes calculées à partir des répétitions produites par nos participants. Les écarts-types sont visibles entre parenthèses.

VII.1.5 Hypothèses

- Nous pensons pouvoir observer des altérations qui peuvent être perçues au niveau des occlusives [t, d, k, g] et qui se révéleraient dans les perturbations du timing au niveau inter- et intra-segmental : les durées vocaliques et consonantiques et notamment les timings du VTT (*Voice Termination Time ou délai d'arrêt du voisement*) et du VOT (*Voice*

Onset Time ou délai d'établissement du voisement), indices importants dans la réalisation des occlusives. Ainsi, l'opposition consonne voisée *vs.* non-voisée devrait être également perturbée.

- Relativement aux difficultés du contrôle de l'occlusion des occlusives dentales et vélaires, et au relâchement subséquent, le bruit de l'explosion provoquée par le relâchement de l'occlusive pourrait affecter la voyelle suivante, retardant l'apparition d'une structure formantique clairement définie et augmentant de fait la durée du VOT.
- Ces difficultés de contrôle de fermeture du tractus vocal pourraient également se refléter dans la durée de la tenue consonantique acoustique.
- En raison des difficultés que présentent certains patients glossectomisés à obtenir une occlusion suffisamment étanche, les occlusives linguales étudiées [t, d, k, g] pourraient présenter des propriétés de fricatives. Savariaux *et al.* (2008) ont mis en évidence un bruit important lors de l'articulation, en français, des occlusives [t, d, k, g], qui pourrait être considéré comme un phénomène de compensation.
- Le temps et la rééducation devraient permettre une amélioration dans la production de la parole chez nos sujets patients ; cette amélioration devrait progressivement apparaître dans les phases post-opératoires tardives (Post-Op2 et 3). Partant, on devrait observer une normalisation des valeurs des paramètres mesurés. Ces valeurs seraient alors plus ou moins comparables aux valeurs mesurées en phase Préopératoire.

VII.1.6 Résultats

Les résultats de cette investigation ont été tirés à partir d'une cohorte de 10 patients ayant subi différentes exérèses carcinologiques. Nous présentons, ci-dessous, les résultats sous forme de graphique représentant les paramètres mesurés individuellement, et cela pour chaque séquence de type VCV, dans les deux contextes vocaliques étudiés. Compte tenu de la diversité des résections subies par nos patients, nous représentons l'ensemble des patients sur le même graphique pour chaque paramètre mesuré, afin de pouvoir comparer et apprécier les possibles stratégies de compensation ou de réajustement déployées par chaque patient, seul ou à l'aide de la rééducation orthophonique. Une analyse descriptive (moyennes et écarts-type) est présentée, afin de mieux visualiser les tendances. Aussi, nous ne pouvons pas rapporter les résultats de tous les paramètres au même temps pour l'ensemble de nos patients sur le même graphique au risque

d'une certaine illisibilité, puisque les résultats ainsi projetés seront trop condensés dans cet espace bidimensionnel. Nous effectuerons par la suite des comparaisons entre les patients plus ou moins comparables, afin de rendre compte d'éventuelles régularités de leurs comportements.

VII.1.6.1 Analyse statistique

Nous présentons une analyse temporelle des paramètres mesurés afin de rendre compte de différentes caractéristiques typiques à la parole de nos patients et aussi du type d'exérèse carcinologique endo-buccale subie. Suite à cette diversité des résections et des techniques de reconstructions, nous avons décidé de présenter les résultats de chaque paramètre mesuré pour l'ensemble des sujets.

Nous exposons ci-dessous les résultats des paramètres mesurés dans les contextes [t, d, k, g]. Le contexte consonantique [p, b] n'étant pas affecté nécessairement après une glossectomie, puisque ces consonnes ne sollicitent pas l'intervention de la langue lors de leur production.
Notons que les résultats présentés dans ce chapitre reposent sur quatre occlusives, dont deux non-voisées [t, k] et deux voisées [d, g].
Ces consonnes sont insérées dans les deux contextes vocaliques [i-a] et [a-i].

Le nombre de répétitions retenu pour chaque occlusive est de dix, dont cinq répétitions pour chaque contexte vocalique. En effet, nous n'avons pris en considération que cinq répétitions par contexte puisque c'est le nombre minimum de répétitions collectés auprès de tous les patients. Rappelons que certains de nos patients avaient des prises en charges chirurgicales et thérapeutiques beaucoup plus lourdes en terme de répercussions que d'autres, ce qui ne leur a pas permis d'atteindre le nombre de dix répétitions initialement souhaité.
Les analyses statistiques de variances (ANOVA à mesures répétées) ont été effectuées pour toutes les variables mesurées (V1, le VTT, le silence acoustique, l'occlusion, le VOT, V2), avec un risque de ($p<0,05$). Il s'agissait d'identifier s'il existerait des effets significatifs des facteurs principaux suivants :

- Temps
- Chirurgie
- Contexte vocalique
- Sonorité

Signalons que pour l'analyse statistique des variables citées *supra*, nous nous sommes concentrée sur les données des six patients ayant accompli les 4 sessions d'enregistrements pré- et post-chirurgicales. Aussi, nous avons écarté le patient JCT de l'analyse statistique, puisqu'il présente la plus large résection et donc plus de contraintes de coordination des gestes articulatoires. Cela nous a empêché, à titre d'exemple, de délimiter les mesures intra-segmentales, à savoir la disparition et l'apparition de la structure formantique clairement définie, correspondant à l'intervalle consonantique, sur les signaux des occlusives non-voisées. Nous avons en effet relevé un bruit de friction notable sur les signaux acoustiques des données recueillies en Post-Op1 et 2 pour ce patient JCT. Nous avons donc procédé à une « simple » description de ses productions, lorsqu'il nous a été impossible d'obtenir des mesures concrètes et précises.

Nous avons appliqué une analyse de variances (ANOVA à mesures répétées) multifactorielle suivi d'un test *Post Hoc*, effectuées à l'aide du logiciel R.

Dans cette expérimentation, nous avons relevé des effets significatifs pour la plupart des variables mesurées, certaines interactions indiquaient également des effets significatifs ($p<0,05$).

En ce qui concerne la voyelle précédant V1 dans les séquences VCV étudiées, les résultats de l'analyse de variances ANOVA à mesures répétées multifactorielle, avec correction Tukey, montrent une différence significative pour le 3 effets principaux « temps » (phase d'enregistrement), « chirurgie » et « sonorité » : pour le facteur « temps » les différences significatives résident entre Préop et Post-Op1 : [$F(3)=-12,64$; $p<0,0004$] ; Préop et Post-Op2 : [$F(3)=-9,458$; $p<0,0158$] ; pour le facteur « chirurgie » [$F(1)=12,675$; $p<0,000004$] ; [$F(1)=-15,446$; $p<0,0012$] ; et pour le facteur « sonorité » : [$F(1)=-15,446$; $p<0,0012$].

Pour la variable VTT, les 2 effets principaux qui se sont révélés statistiquement significatifs sont : « temps » et « chirurgie » : pour le facteur « temps », nous avons relevé des différences significatives entre Préop et Post-Op1 [$F(3)=-4,855$; $p<0,03761$] ; Préop et Post-Op2 : [$F(3)=-6,10556$; $p<0,00490$] ; pour le facteur « chirurgie » les différences sont de : [$F(1) = 5,981$, $p<0,00001$]. Le contexte vocalique s'est également révélé significatif pour la variable VTT. En ce qui concerne l'interaction du « contexte vocalique » [i-a] et du facteur « temps », l'interaction entre le « contexte » [i-a] et les phases d'enregistrements « temps » montre que le VTT est significativement plus important entre (Préop et Post-Op1) : [$F(5)=-8,422$; $p<0,02507$] et (Préop et Post-Op2) : [$F(5)=-9,25556$; $p<0,00903$] en contexte [i-a]. Une autre interaction s'est révélée

significative pour la variable VTT entre le facteur « temps » et « chirurgie », c'est à dire les deux types d'exérèses (A[2] et B[3]), lors de la phase Post-Op1 : [F(3)=4,90694 ; p<0,03487]. L'interaction des facteurs « chirurgie » et « contexte vocalique » indique à son tour une différence significative pour la variable VTT dans les deux contextes vocaliques [i-a] : [F(3)=7,05556 ; p<0,00082] et [a-i] : [F (3) = 4,90694, p<0,03487]. Ces interactions démontrent que le VTT est plus notable en Post-Op1, et cela dans les deux contextes vocaliques étudiés pour les patients partiellement pelvi-glossectomisés, par rapport aux patients ayant subi une glossectomie partielle. Cela nous indique que les patients partiellement pelvi-glossectomisés ont plus de difficultés à réaliser une occlusion linguo-palatale. Cette perte dans le contrôle de l'activité supraglottique est remarquée dans les deux contextes [i-a] et [a-i]. Cette difficulté de contrôle est retrouvée non seulement dans le contexte de la voyelle de petite aperture [i], mais elle est encore plus notable dans celui de la voyelle de grande aperture [a] (*cf.* Figure 34 VTT *supra*). L'interaction entre les facteurs « chirurgie » (type d'exérèse) et « sonorité » ne montre pas de différences significatives pour la variable VTT entre les patients partiellement pelvi-glossectomisés et leurs homologues partiellement glossectomisés, en contexte consonantique non-voisée.

Concernant la variable silence acoustique (SIL), les facteurs « temps » et « chirurgie » se sont révélés significatifs : « temps » entre pérop et Post-Op1 [F (3) =-13,344 ; p< 0,0086] ; chirurgie [F (1) =-18,131 ; p< 1,26E-08]. Le silence acoustique pour les occlusives non-voisées est visiblement plus important en Post-Op1 pour une pelviglossectomie que pour une glossectomie partielle. Notons que pour les productions de certains patients, le silence acoustique n'était pas mesurable. Ce dernier était caractérisé par des vibrations presque régulières en remplaçant ainsi le silence acoustique qui est considéré, en théorie, comme l'une des caractéristiques d'une occlusive non-voisée. Cette remarque est à prendre avec précaution puisqu'elle ne concerne que certains patients et parfois que quelques items au sein des productions du même patient.

Nous avons également observé une altération de la variable durée de l'occlusion, les effets principaux « temps », « contexte vocalique s » et « chirurgie » se sont révélés significatifs : pour le facteur « temps » une différence significative est indiquée entre (Préop-Post-Op1) : [F (3) =-13,962 ; p< 0,00002)] ; (Préop-Post-Op2) : [F (3) =-10,719 ; p< 0,0021)] ; (Post-Op1-Post-Op3) : [F (3) =-8,0513 ; p< 0,0356)] ; (Post-Op1-Post-Op3) ; « contexte vocalique » : [F (1)= -4.150, p<0.0488)] ; «

[2] Patient partiellement glossectomisés

[3] Patient partiellement pelvi-glossectomisés

chirurgie » : [F (3) =14,717 ; p< 0,00003)]. En ce qui concerne la variable VOT, les 4 effets principaux, « temps », « chirurgie », « contexte vocalique » et « sonorité » se sont montrés statistiquement significatifs : pour le facteur « temps » une différence significative est notée entre (Préop-Post-Op1) : [F (3) = -8,730 ; p< 0,000005)] ; (Préop-Post-Op2) : [F (3) =-6,972 ; p< 0,000004)] ; (Préop-Post-Op3) : [F (3) =-4,009 ; p< 0,018)] ; (Post-Op1-Post-Op3) : [F (3) =-4,721 ; p< 0,003)]; « chirurgie » : [F (3) = 8,189 ; p< 0,00000)]; « contexte vocalique » [F (1)= -4,560, p<0.00000)] ; « sonorité » [F (1) = 20,448 ; p<0.0000)]. L'interaction entre le facteur « temps » et « contextes vocaliques » indique des effets significatifs pour la variable VOT entre (Préop-Post-Op2) : [F (5) = -7,2 ; p<0,005)] dans le contexte [a-i] ; (Préop-Post-Op1) [F (5) = -7,722 ; p<0,0020)] ; (Préop-Post-Op2) : [F (5)= -7,2 ; p<0,005)] dans le contexte [i-a].Une autre interaction entre les facteurs « temps » et « chirurgie » pour la variable VOT pourrait être intéressante ; celle-ci indique des différences significatives entre les patients ayant subi une pelvi glossectomie et ceux partiellement glssectomisés. En effet, l'interaction dévoile un VOT plus important pour les patients pelvi- glossectomisés par rapport au VOT relevé chez les patients glossectomisés en Post-Op2 : [F (5) = -13,005 ; p<0,000004)] ; en Post-Op3 [F (5) = 9,845 ; p<0,000004)]. Cela peut s'expliquer par le type de résection et l'importance des traitements complémentaires nécessaires pour chaque type d'exérèse. En Post-Op3, la différence significative entre les deux types de chirurgie pour la variable VOT témoigne d'une meilleure et réelle réadaptation (réajustement) pour les patients glossectomisés, par rapport à ceux pelvi-glossectomisés. Ces derniers ne réajustent pas forcement le geste articulatoire après 6 mois, mais le réajustement peut probablement avoir lieu plus tard. L'interaction entre les facteurs « temps » et « chirurgie » pour la variable VOT n'était pas significative en Préop [F (5) = -5,672 ; p<0,067)] et en Post-Op 1 [F (5) = -4,233 ; p<0,353)]. Cette non-significativité peut être intéressante du moment où cela nous révèle que lors de la phase Préop, les deux groupes de patients ne présentaient pas de modifications significatives pour le VOT et cela malgré les différences dans la stadification qui sont indiquées dans le diagnostic Préopératoire et la classification TNM. Cela peut aussi révéler que le Préop peut être considéré comme la parole de référence du patient quelle que soit la taille de la tumeur et son stade d'avancement. Concernant le Post-Op1, la non-significativité entre les deux types de chirurgie pour la variable VOT révèle que lors de cette phase, les perturbations peuvent être importantes malgré la différence entre les deux prises en charge chirurgicales (pelviglossectomie et

glossectomie). Cela dépend fortement du patient et de sa capacité à adapter ses gestes linguaux dans une nouvelle configuration buccale, après une résection suturée ou résection nécessitant un changement anatomo-physiologique dont des possibles reconstructions.

Pour la variable V2, deux effets principaux se sont révélés significatifs « temps » et « sonorité ». Pour le facteur « temps », la différence se trouve entre le Préop et Post-Op1: [F(3)= -11,023 ; p< 0,003)]. Pour la sonorité, la différence était également entre le Préop et Post-Op1: [F(1)= -22,2625 ; p< 4,02E-07)]. Ces résultats n'indiquent pas de différences significatives pour les durées de V2 dans les deux contextes vocaliques. Aussi, il apparaît que la durée de V2 est significativement plus longue lorsqu'elle suit une consonne voisée.

VII.1.6.2 Analyse par cas clinique

Les résultats des analyses acoustiques des séquences VCV dans les différents contextes vocaliques et consonantiques montrent des perturbations au niveau de la durée de l'ensemble des paramètres mesurés, à travers les phases d'enregistrements pré et post-chirurgicales, chez tous les patients. Ces perturbations ont été constatées selon le changement du contexte consonantique [t, d, k, g] (voisées *vs.* non-voisées), et également dans les deux contextes vocaliques [i-a] et [a-i].

En effet, au niveau des durées inter et intra segmentales, nous avons remarqué que les durées de V1 et v2 dans les deux contextes vocaliques sont généralement plus longues lors des phases post-opératoires 1 et 2, par rapport au Préop. Ces durées ont tendance à revenir à la normale graduellement, et cela selon le type de résection subie par chaque patient, jusqu'à rejoindre la valeur de la durée relevée initialement en Préop, pour certains de nos patients.

Ci-dessous, nous présentons les résultats de chaque mesure temporelle, dans le même graphique pour les patients partiellement pelvi-glossectomisés (PETRS, ZIM et BIRL) dans un premier temps, et dans un deuxième temps, les cas de patients partiellement glossectomisés (GLAD, SOM, SIB et ROJ). Enfin, nous exposons les cas de résections uniques **(**HACH et **ANT**). Cette analyse se fera dans tous les contextes vocaliques et consonantiques. Le patient JCT est présenté à part, puisque certains paramètres n'étaient pas toujours mesurables pour ce dernier.

Mesure de la durée du *Voice Onset Time* (VOT)

Dans cette section, nous présentons les résultats de mesures de la durée du VOT pour l'ensemble des patients. Nous avons réparti ci-dessous les résultats de cette analyse par type d'occlusive (non-voisées et voisées)

Occlusives non-voisées

Nous présentons ci-dessous les résultats des mesures de la durée du VOT selon (Klatt, 1975) pour les occlusives non-voisées, à savoir [t, k]. En effet, nous exposerons, pour chaque occlusive, les valeurs des moyennes calculées à partir des répétitions des productions pré et post-opératoires des différents patients. Suite à la diversité des exérèses subies par nos patients, nous nous attendons à observer une variabilité remarquable au niveau de leurs productions. Les différences dans les productions seront par la suite finement analysées. Nous conclurons cette section avec un bilan partiel pour les résultats relatifs aux occlusives non-voisées et leurs homologues voisées.

***Contexte* [*t*]**

Nous pouvons observer ci-dessous les résultats de l'analyse temporelle de la durée du VOT dans les séquences [ita] *vs.* [ati], pour l'ensemble des patients. Rappelons que les patients ROJ HACH et ANT n'ont pas pu être suivis jusqu'au Post-Op3 (nous nous limiterons donc à comparer les résultats de leurs productions qui sont à notre disposition). En effet, à partir des figures présentées *infra* regroupant les résultats de 9 patients, nous avons constaté que dans les deux contextes vocaliques [i-a] et [a-i], la durée du paramètre VOT est remarquablement plus longue chez l'ensemble des patients, principalement lors des phases post-chirurgicales 1 et 2. Cela est encore plus prononcé dans le contexte vocalique [a-i] que dans le contexte [i-a]. En ce qui concerne la variabilité, nous en avons observé une plus importante dans le contexte [a-i] que dans le contexte [i-a], et cela chez tous les patients. Cette différence peut être liée à des questions de transition, lors du passage de la consonne à la voyelle (V2=i) [C=> i]. En effet, cette transition requiert un contrôle plus problématique qui nécessite plus de précision que la transition (V2=a) [C=> a]. La production de la voyelle [i], exige en effet une constriction restreinte au niveau du palais, et cela sans pour autant que le dos de la langue entre en contact avec la voûte palatine. Les patients glossectomisés éprouvent plus de difficulté à accomplir cette transition de la consonne vers la voyelle [i]dans le contexte [a-i]. Cette difficulté dans la transition n'est pas problématique

lors de la transition vers la voyelle [a]. Cela est probablement lié aux mécanismes de production de la voyelle [a] qui demandent, certes une manœuvre sollicitant plusieurs organes, à savoir un abaissement de la mandibule, associé à celui de la masse de la langue, mais aucune contrainte gestuelle d'élévation linguale Le mécanisme de production de la voyelle [a] engendre sans entrave une constriction radico-pharyngale indispensable pour la production de cette dernière. Nous avons également relevé des écarts-types importants lors des phases d'enregistrements post-chirurgicales 1 et 2 par rapport à ceux observé en Préop et en Post-Op3.

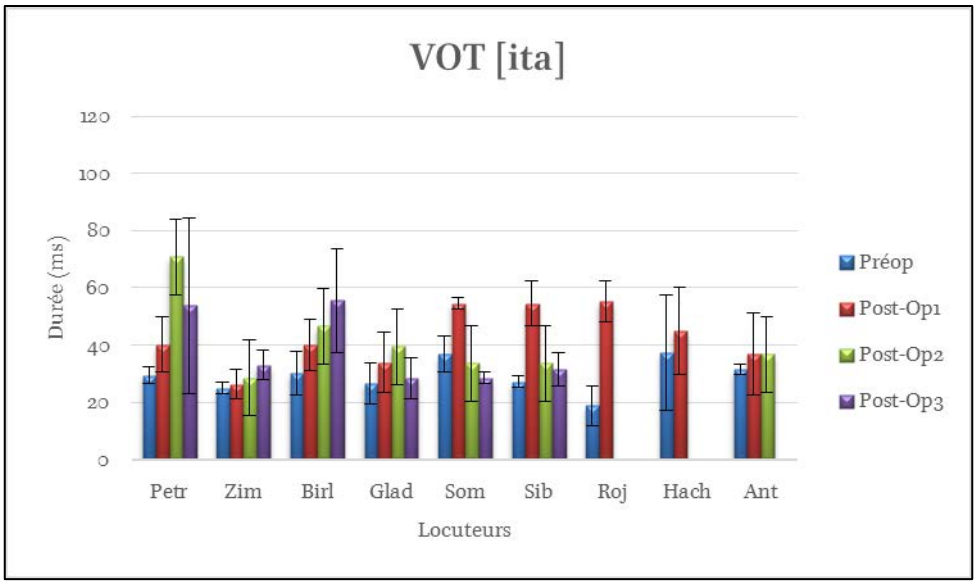
À partir des figures ci-dessous, nous pouvons constater que la durée du VOT de l'ensemble des patients en Préop (en bleu) correspond globalement aux valeurs attestées dans la littérature pour l'occlusive [t]. Elle se situe entre (39 et 18 ms) dans le contexte [ita] et entre (50 et 19 ms dans le contexte [ati]. Les écarts-types sont aussi réduits lors du Préop, montrant ainsi que les productions de nos patients étaient régulières la veille de l'intervention.

En Post-Op1, nous avons observé une élévation au niveau des valeurs de la durée du VOT, et cela pour l'ensemble des locuteurs, par rapport aux valeurs obtenues en Préop. L'augmentation de la valeur du VOT était plus prononcée dans le contexte [a-i] que dans le contexte [i-a]. Selon les patients et le type d'exérèse, l'augmentation des valeurs du VOT est plus ou moins importante.
Nous avons observé un allongement assez important du VOT chez les deux patientes pelvi-glossectomisées (PETR et ZIM) dans le contexte [a-i] ; cet allongement est maintenu pour la patiente (PETR) dans le contexte [i-a] mais cela n'a pas était le cas pour la patiente Zim, pour laquelle nous avons plutôt observé une légère modification des valeurs du VOT (*cf.* Figure 35). Si l'on revient dans le contexte [ati], le VOT du patient ROJ se démarque des autres VOT chez les patients partiellement glossectomisés ; il est de (95 ms) dans le contexte [ati] et de (55 ms) dans [ita]. Un VOT remarquablement long est aussi le cas de la patiente HACH (87 ms) dans [ati]. Les patients BIRL et Ant sont les patients qui présentent de faibles perturbations au niveau du VOT (53,2 ms). En Post-Op2, après traitement complémentaire, les perturbations de la durée du VOT sont toujours notables pour la patiente PETR (78 mn) dans [ati] et (70,8ms) dans [ita].
Pour les autres patients lors des phases post-opératoires, nous avons observé dans le contexte [ita] que les valeurs de la durée du VOT ont tendance à diminuer pour certains d'entre eux, par exemple pour les patients partiellement glossectomisés. C'est le cas des patients (SOM et SIB). Cette

observation est aussi valable pour le contexte [ati]. Pour les autres patients, nous avons remarqué que la durée du VOT reste élevée, mais aussi proche des valeurs du VOT relevées en Post-Op1, c'est le cas des patients (GLAD et ANT) dans le contexte [ita] et de (ZIM, BIRL et SOM) dans le contexte [ati].

En Post-Op3, nous avons constaté une diminution notable des valeurs du VOT dans les deux contextes [ita] et [ati]. Cela témoigne d'une récupération avec le temps et de la rééducation orthophonique pour les patients (GLAD, SOM, SIB et PETR) dans le contexte [ita], mais sans pour autant atteindre les valeurs relevées en Préop. Nous avons constaté que les valeurs du VOT pour les patients ZIM et BIRL continuent d'augmenter ; nous pouvons penser que ces deux patients mettent plus de temps pour récupérer. Dans le contexte [ati], la récupération est visible chez les patients (PETR, BIRL, GLAD et SOM). Pour tous les patients, une variabilité inter-et intra individuelle a été observée et cela dans les différents contextes à travers les phases et d'avantage dans le contexte [a-i] que dans le contexte [i-a].

Au niveau des écarts-types, nous avons observé une diminution de ces derniers en Post-Op3 (6 mois après l'intervention).



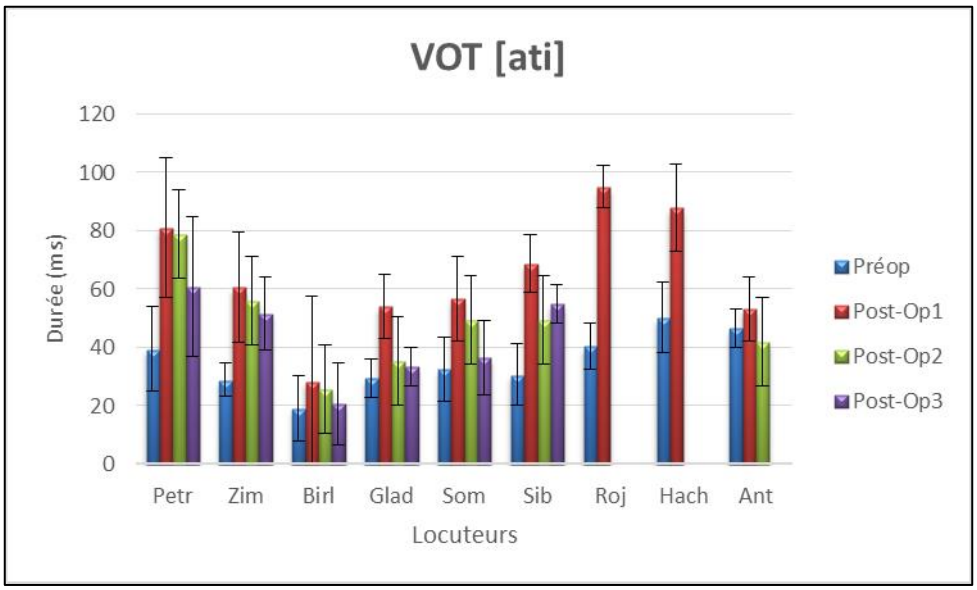


Figure 35 : Valeurs de la durée du VOT en contexte [t] pour les logatomes [ita] (en haut) et [ati] (à en bas) en fonction du patient

***Contexte* [*k*]**

La Figure 36 illustre les valeurs de la durée du VOT dans le contexte [ika] (en haut) et [aki] (en bas). Il y apparait que les valeurs de la durée du VOT semblent plus perturbées dans le contexte de l'occlusive vélaire [k] que dans le contexte de l'occlusive alvéolaire [t]. En effet, par rapport au Préop, où la durée du VOT est conforme aux valeurs attestées dans la littérature pour l'occlusive [k], se situant globalement entre (34 et 49 ms), en Post-Opo1 et 2, nous avons relevé un allongement remarquable de la durée du VOT, pour l'ensemble des patients et cela dans les deux contextes vocaliques [i-a] et [a-i]. Nous avons observé un comportement similaire au niveau du

contexte [i-a] pour les patients ayant subi une glossectomie partielle (GLAD, SOM, SIB et ROJ). Ce comportement consiste en une élévation en Post-Op1 suivie d'une baisse des valeurs du VOT en Post-Op2. Chez les patients pelvi-glossectomisés (PETR, ZIM et BIRL), nous avons observé une élévation du VOT en Post-Op1 qui correspond respectivement à (82 ms, 51 ms et 52 ms). Cependant, les valeurs de leur VOT restent assez élevées en Post-Op 2 (soit 66,6 ms, 51 et 49, 8 respectivement). Pour les patients HACH et Ant, nous avons noté une augmentation du VOT pour HACH (68 ms) mais pas pour Ant (39,4 ms). Pour ce dernier, la modification du VOT n'apparait qu'en Post-Op2. Dans le contexte [a-i], les modifications des valeurs de la durée du VOT sont plus saillantes ; elles se manifestent par une élévation, en Post-Op1, pour les patients (PETR, ZIM, BIRL, GLAD, ROJ et HACH). En Post-Op2, l'augmentation est maintenue pour les patients (PETR, ZIM, BIRL, GLAD). Les écarts-types sont assez importants lors des phases post-chirurgicales 1 et 2, ce qui témoigne d'une certaine variabilité inter et intra individuelle dans ces phases post-opératoires.

En Post-Op3, et dans les deux contextes vocaliques étudiés, le même scénario observé précédemment pour l'occlusive alvéolaire [t], et qui consiste en une diminution des valeurs du VOT, se reproduit. Cette diminution a tendance à rejoindre les valeurs initialement relevées en Préop pour les patients partiellement glossectomisés (GLAD, SOM, SIB et ROJ). Cette observation n'a pas toujours été le cas des patient Pelvi-glossectomisés (PETR, ZIM et BIRL), et cela notamment dans le contexte [a-i].

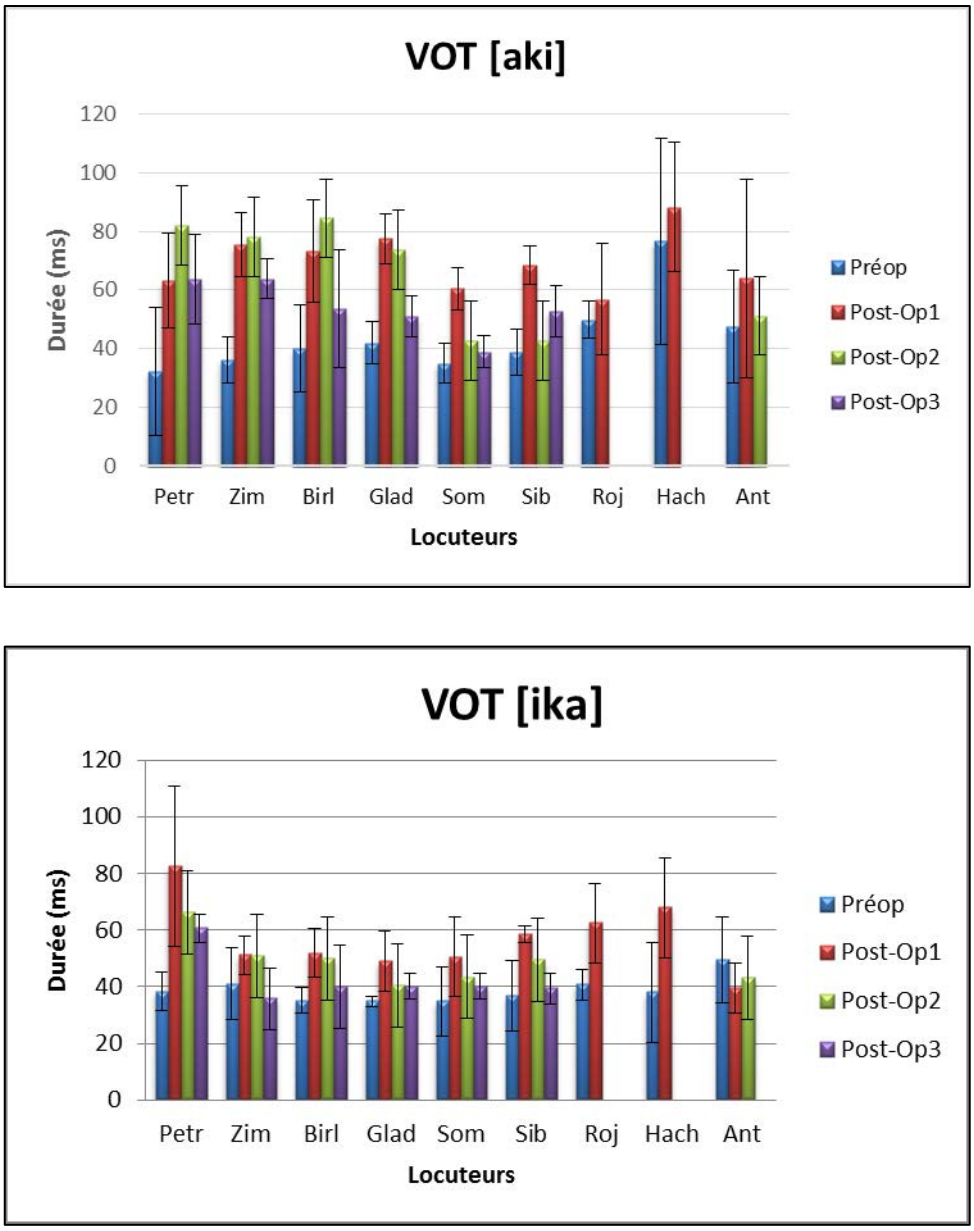


Figure 36 : Valeurs de la durée du VOT en contexte [k] pour les logatomes [ika] (en haut) et [aki] (à en bas) en fonction du patient

Occlusives voisées

Nous présentons ci-dessous les résultats des valeurs de la durée du VOT des occlusives voisées [d] et [g], et cela dans les deux contextes vocaliques [i-a] et [a-i].

***Contexte* [*d*]**

La Figure ci-dessous permet de visualiser les durées de VOT pour l'occlusive voisée [d], en fonction du contexte vocalique et du patient. Nous pouvons observer, dans un premier temps, que les valeurs du VOT en Préop sont proches des durées moyennes attestées dans la littérature pour

un locuteur non pathologique. Elles se situent à environ 26 ms en moyenne, et les écarts-types sont réduits, ne dépassant pas les 3 ms la veille de l'intervention.

En observant de près les productions des patients, la durée du VOT en post-op1 est généralement plus élevée que celle notée en Préop dans le contexte [i-a]. Cependant, cette observation n'est pas toujours valable pour tous les patients et dans les deux contextes vocaliques. Notons que ce phénomène est à examiner en fonction du patient (type de résection étudié). En effet, nous avons observé que la valeur du VOT en Post-Op 1 est élevée chez six patients sur les neuf étudiés. C'est le cas chez les patient (ZIM, BIRL, SOM, SIB, ROJ et HACH) pour le contexte [i-a] ; la durée du VOT est de : 19,6 ms (3,04 ms), de 22, 8 ms (3,42 ms), de 24,4 ms (4,51 ms), 24,2 ms (3,91), 30ms (9,66), 40,17 ms (14,22) respectivement pour [ida]. Pour [adi], les VOT sont plus importants chez les deux patients (Roj et HACH) ; les valeurs du VOT sont de 28,8 ms (11,38 ms) et de 53, 66, 30 ms (30,56ms) respectivement. Nous avons remarqué une légère diminution des valeurs du VOT toujours en Post-Op1 chez les patients (PETR, GLAD et ANT) dans le contexte [i-a]. Cette baisse dans les valeurs de la durée du VOT est plus notable dans le contexte [a-i], et cela pour les patients (BIRL, SOM, SIB et GLAD). Les valeurs du VOT ont tendance à diminuer ou à se stabiliser, plus ou moins, dans les deux contextes vocaliques, et cela pour tous les patients, à l'exception des patients (PETR et BIRL) dans le contexte [i-a], et de ZIM dans le contexte [a-i] (*cf.* **Figure 37**).

Les écarts-types relevés en Post-Op2 révèlent d'une certaine variabilité inter et intra locuteurs puisqu'ils sont plus importants que ceux relevés en Préop et en Post-Op1, pour certains de nos patients.

Six mois après l'intervention (en Post-Op3), les valeurs de la durée du VOT indiquent globalement une régularisation et un retour à la normale quasiment pour tous nos patients, sauf pour BIRL en contexte [i-a] et SIB en contexte [a-i]. Néanmoins, leurs écarts-types sont relativement faibles en Post-Op3, révélant ainsi une tendance vers un meilleur contrôle de ce paramètre oro-laryngé.

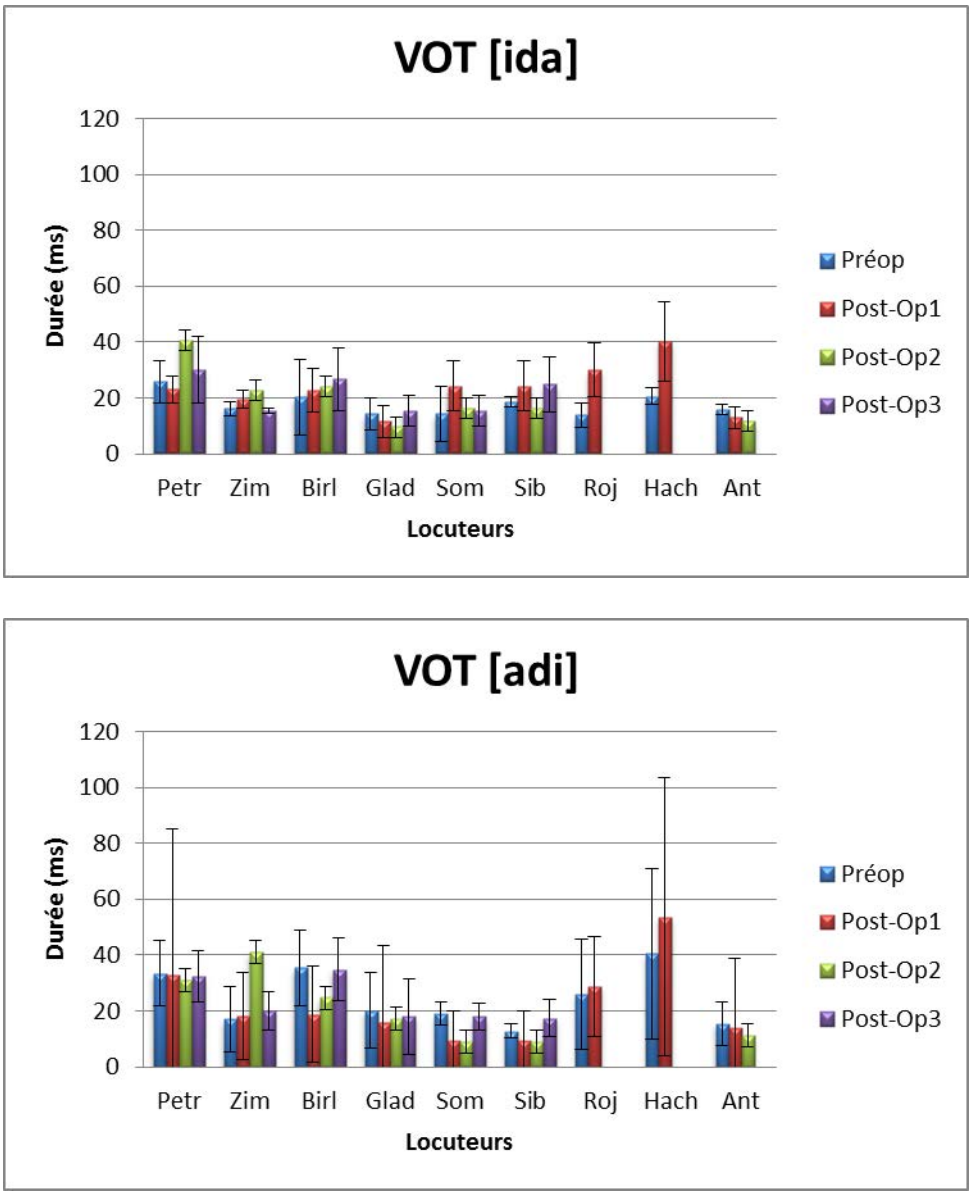


Figure 37: Valeurs de la durée du VOT en contexte [d] pour les logatomes [ida] (en haut) et [adi] (à en bas) en fonction du patient

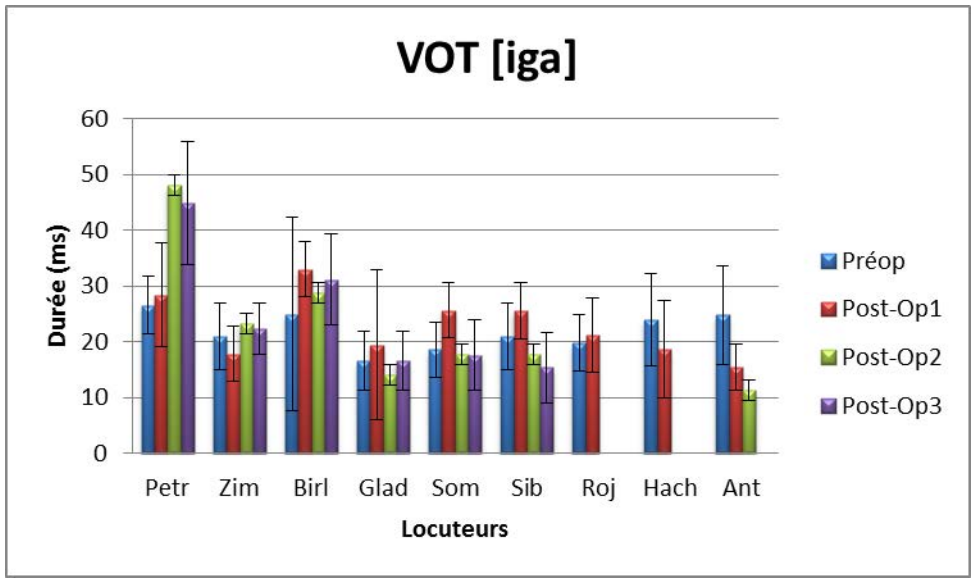
Contexte [*g*]

Les valeurs de la durée du VOT pour l'occlusive voisée [g] sont illustrées dans la Figure 38. Le même scénario se répète concernant la durée du VOT relevée en Préop. En effet, elles ne divergent pas des valeurs de la durée du VOT attestées dans la littérature, cette dernière correspondant, en moyenne, à environ 25 ms. Les écarts-types sont faibles dans les deux contextes [i-a] et [a-i], ce qui témoigne d'une régularité dans les productions des patients.

Nous avons remarqué en Post-Op1, lors de la première phase d'enregistrement post-opératoire que la durée du VOT varie en fonction des patients et des types d'exérèses subies. Nous avons noté une augmentation de la durée du VOT pour les patients (BIRL, GLAD, SOM et SIB) dans le contexte [i-a]. Cette augmentation est aussi remarquable dans le contexte [a-i] pour les patients (PETR, ROJ, et HACH). La durée du VOT pour les autres patients tend plutôt à rester stable ou à diminuer par rapport au Préop (*cf.* Figure 38).

Lors des autres phases post-chirurgicales 2 et 3, la durée du VOT se réduit pour la plupart des patients, jusqu'à atteindre les valeurs de référence relevées initialement en Préop. Cela a été noté pour l'ensemble des patients dans les deux contextes étudiés, à l'exception de la patiente PETR pour laquelle la durée du VOT augmente en Post-Op2, après traitement par radiothérapie.

Concernant la variabilité au niveau des productions de l'occlusive voisée [g], nous avons constaté une dispersions des valeurs remarquable au vu des écarts-types élevés, dans les deux contextes pour certains patients en Post-Op1 et 2.



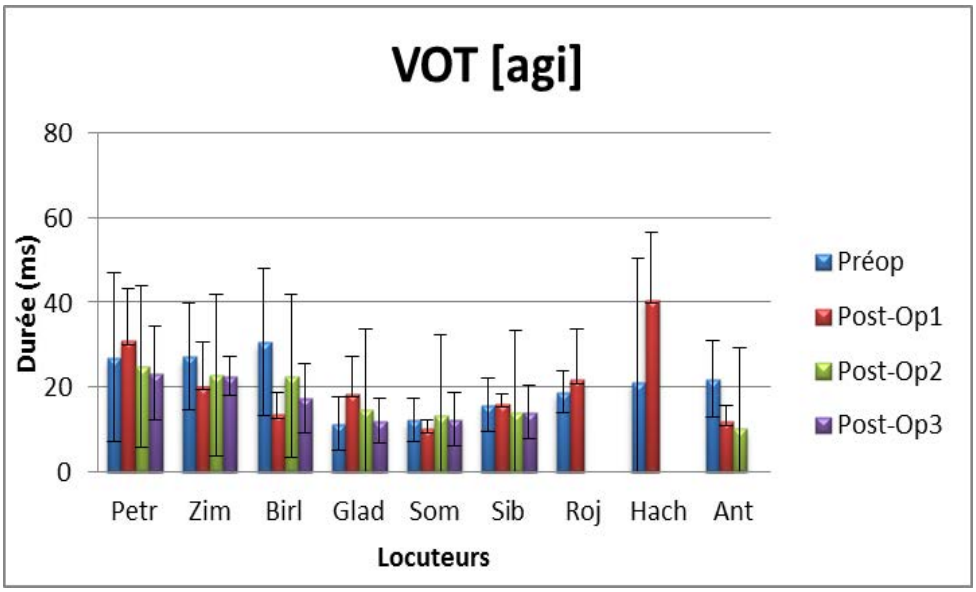


Figure 38: Valeurs de la durée du VOT en contexte [g] pour les logatomes [iga] (en haut) et [agi] (à en bas) en fonction du patient

Il est important de signaler que la durée du VOT varie selon le lieu d'articulation de la consonne étudiée. En effet, selon les observations attestées dans la littérature, la durée du VOT serait plus longue lorsque la closion est réalisée à l'arrière de la cavité orale (Peterson et Lehiste, 1960). Plus l'aire du contact est étendue, plus la durée du VOT est allongée (Stevens *et al.,* 1986). De ce fait, nous retrouvons un VOT plus court pour les occlusives bilabiales et plus long pour les deux occlusives que sont la vélaire [k]et l'apico-alvéolaire [t]. Il a été attesté dans une étude de (Sock et Benoit, 1986) que la durée du VOT de Klatt (1975) est plus longue pour les occlusives non-voisées que pour les occlusives-voisées. En français, la durée du VOT de Klatt (1975) des occlusives voisées

est moins longue pour la consonne bilabiale [b] que pour l'apico-alvéodentale [d], cette dernière ayant une durée de VOT encore plus réduite que celle d'un [g]. Le même scénario est valable pour la durée du VOT des occlusives non-voisées, à savoir que la durée du VOT augmente de la consonne bilabiale [p] à l'apico-alvéodentale [t], et d'avantage pour la dorsovélaire [k]. Nous observons cette tendance, ci-dessous, sur la figure39. Elle indique les durées moyenne du VOT de (Klatt, 1975) pour l'un de nos patients comme un exemple qui illustre que les observations relatives à la durée du VOT (selon le lieu d'articulation de la consonne) attestées dans la littérature sont maintenues, même après glossectomie partielle, en comparaison avec un locuteur contrôle (*cf.* Figure 39).

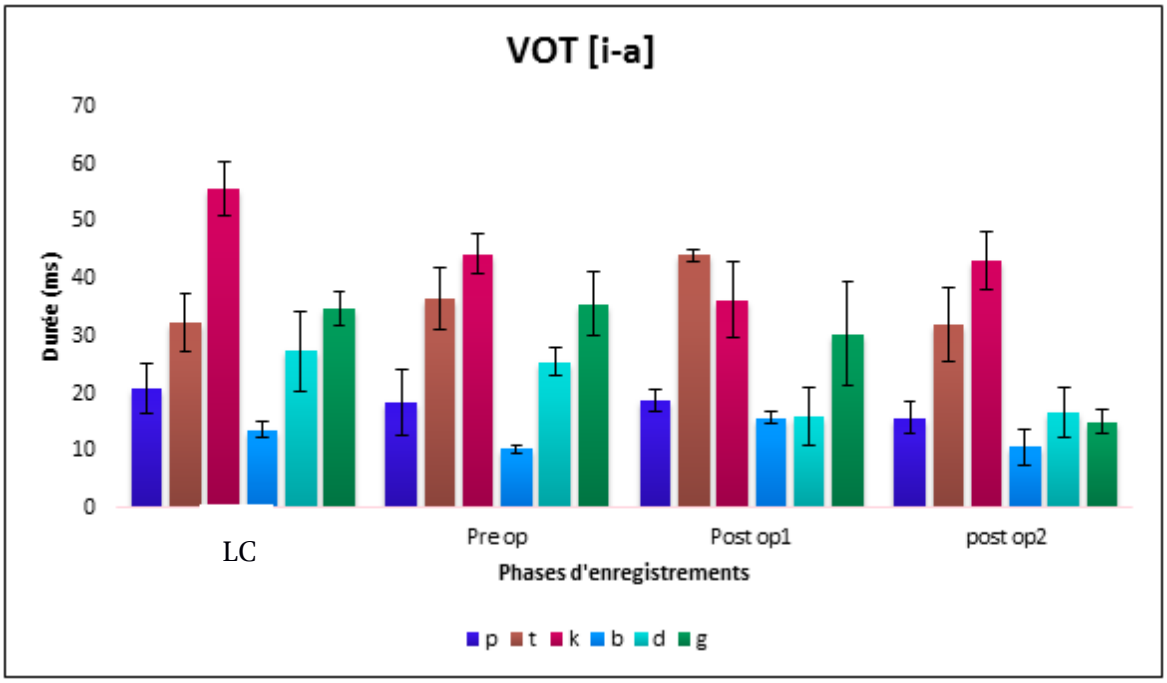


Figure 39 : Durée moyenne du VOT, pour les occlusives non-voisées [p, t, k] et voisées [b, d, g] ; le cas d'une glossectomie partielle.

Bilan partiel

L'étude du paramètre VOT nous a permis d'analyser certaines modifications oro-laryngées significatives après glossectomie.

À partir de l'analyse des résultats du paramètre temporel VOT, nous pouvons constater que la durée du VOT est notable en Post-Op 1 par rapport au Préop, et cela quasiment pour l'ensemble des patients, tous contextes vocaliques confondus. Nous avons relevé deux tendances principales qui consistent en un allongement plus saillant de la durée du VOT pour les occlusive

non- voisées par rapport au VOT de leurs homologues voisées. Le VOT des occlusives voisées tend à augmenter pour certains patients, alors que pour d'autres patients le VOT tend plutôt à diminuer en Post-Op1. Nous avons relevé plus de modifications pour la durée du VOT dans le contexte [a-i] que [i-a]. Cette observation nous révèle qu'il est possible que le problème réside au niveau de la transition [C=> i], puisque cette dernière requière un certain contrôle plus précis et qui pose visiblement plus de problème à nos patients glossectomisés que la transition [C=> a]. Comme nous l'avons mentionné *supra*, nos patients semblent trouver plus d'aisance à réaliser une constriction radico-pharyngale indispensable pour la réalisation de la qualité acoustique de cette voyelle [a] que la constriction alvéo-palatale restreinte nécessaire à l'émergence de la voyelle [i]. Les difficultés de transition [C=> V] sont plus importantes pour les patients pelvi-glossectomisés que pour les patients partiellement glossectomisés.

L'étude de cas et la représentation des patients individuellement nous a permis de dévoiler l'importante variabilité relevée en Post-Op 1 et 2, et que cette variabilité correspond à des différences inter et intra-individuelles. Notons que globalement, la variabilité à tendance à diminuer à partir du Post-Op2 pour certains de nos patients et à partir du Post-Op3 pour d'autres, ce qui laisse penser que la production de nos patients est en amélioration continue et que ces derniers s'adaptent à la nouvelle configuration de leur conduit vocal. La glossectomie affecte la durée du VOT qui s'allonge plus ou moins remarquablement, corroborant ainsi ce qui est attesté dans la littérature. Nous aurions affaire ici à un problème de coordination oro-laryngée. Nous avons constaté que l'allongement du VOT en Post-Op1, suivi d'un retour aux valeurs initiales dans les phases post-opératoires plus tardives dépend fortement du patient et du type d'exérèse. En effet, le VOT s'est retrouvé plus élevé chez les patients partiellement ou totalement pelvi-glossectomisés que chez les patient glossectomisés.

Avec le temps et la rééducation orthophonique, nous avons observé une réduction de la durée du VOT, ce qui peut être traduit par une meilleure maîtrise au niveau de la coordination oro-laryngée. Cette observation est valable pour les patients glossectomisés, puisque les valeurs relevées en Post-Op3 sont presque similaires ou très proches de celles retrouvées initialement en Préop.

Durée du *Voice Termination Time* (VTT)

Ci-dessous, nous proposons d'étudier le VTT (Agnello, 1975) qui, comme le VOT, correspond à un autre paramètre intra segmental. En effet, le VTT est considéré comme étant l'un des indices du voisement, pouvant renseigner sur le timing oro-laryngé lors de la production de la parole. Le VTT correspond au délai d'arrêt du voisement après une occlusion ou closion provoquée par l'intervention d'un geste supraglottique consonantique. Ce paramètre est directement lié à l'activité laryngienne, ou concrètement à l'amortissement des vibrations des plis vocaux (Sock, 1998) après obstruction du tractus vocal. L'analyse du paramètre VTT se fera dans cette étude dans des productions de type VCV, chez des patients souffrants d'un carcinome épidermoïde lingual. Nos données montrent que ce paramètre intra-segmental est également perturbé après une glossectomie. Des perturbations assez importantes ont été relevées chez certains patients lors des phases de production post-chirurgicales 1 et 2. En effet, les productions notées en Préop sont conformes à celle attestées dans la littérature. La durée du VTT est en moyenne de 21ms dans le contexte [i-a] et 28 ms dans le contexte [a-i] en Préop, et cela pour des deux contextes consonantiques [t] et [k].

Nous présentons, ci-dessous, la durée du VTT dans les séquences [ita] et [ati] dans la Figure 40 et dans les séquences [ika] et [aki] dans la **Figure 41.**

En effet, au niveau des séquences [ita] et [ati], nous avons observé que la glossectomie affecte la durée du VTT, quasiment pour l'ensemble des patients. Le VTT est significativement plus long lors des phases Post-Op1 et 2. En Post-Op1, le VTT est de 46 ms après une hémi-glossectomie (HACH), de 34,2 ms après une pelviglossectomie partielle (ZIM) et de 35, 8 ms après une oro-pharyngectomie avec une notion de langue (ANT), dans le contexte [i-a]. Notons que pour les patients partiellement glossectomisés, les durées du VTT sont très proches, environ de 27 ms en moyenne. Le scénario diffère dans le contexte [a-i], où nous avons constaté une légère diminution de la durée du VTT en Post-Op1 chez les patients glossectomisés. Pour les autres patients, une élévation notable du VTT a été observée ; elle est de 53, 6 ms pour HACH et de 38, 3ms pour PETR.

En Post-Op2, après les traitements complémentaires, les résultats de l'analyse du paramètre VTT montrent une diminution dans les valeurs de ce dernier et cela dans les deux contextes vocaliques. En Post-Op 3, le VTT continue à se rapprocher graduellement des valeurs observées en Préop et ce constat est valable pour les deux contextes vocaliques.

En ce qui concerne les séquences [ika] et [aki], nous avons observé une reproduction du même scénario décrit précédemment pour [ita]. Pour la séquence [ika], ce scénario consiste en une élévation de la durée du VTT, en Post-Op1, suivie par une baisse des valeurs en Post-Op2, chez la plupart des patients. Pour la séquence [aki], le VTT s'est retrouvé modifié principalement chez la patiente HACH en Post-Op1 et PETR en Post-Op1 et Post-Op2. Une augmentation notable du VTT est perçue chez les deux patients glossectomisés SIB et ANT en Post-Op2.

Une variabilité inter et intra individuelle est marquante pour le paramètre VTT en Post-Op1 et 2 et cela dans tous les contextes vocaliques et consonantiques. Nous avons relevé, à titre indicatif, des exemples d'écarts-types pour la patiente ZIM, mesurés dans les séquences [ita] et [ati]. Ils sont pour [ita] de 2, 70ms en Préop, de 15,3 ms en Post-Op1 ; de 6,10 ms en Post-Op2 et de 10 ms en Post-Op3. Pour [ati], ils sont de 6,01 ms en Préop, de 10,87 ms en Post-Op1, de 13, 06 ms en Post-Op2 et de 8, 31 ms en Post-Op3.

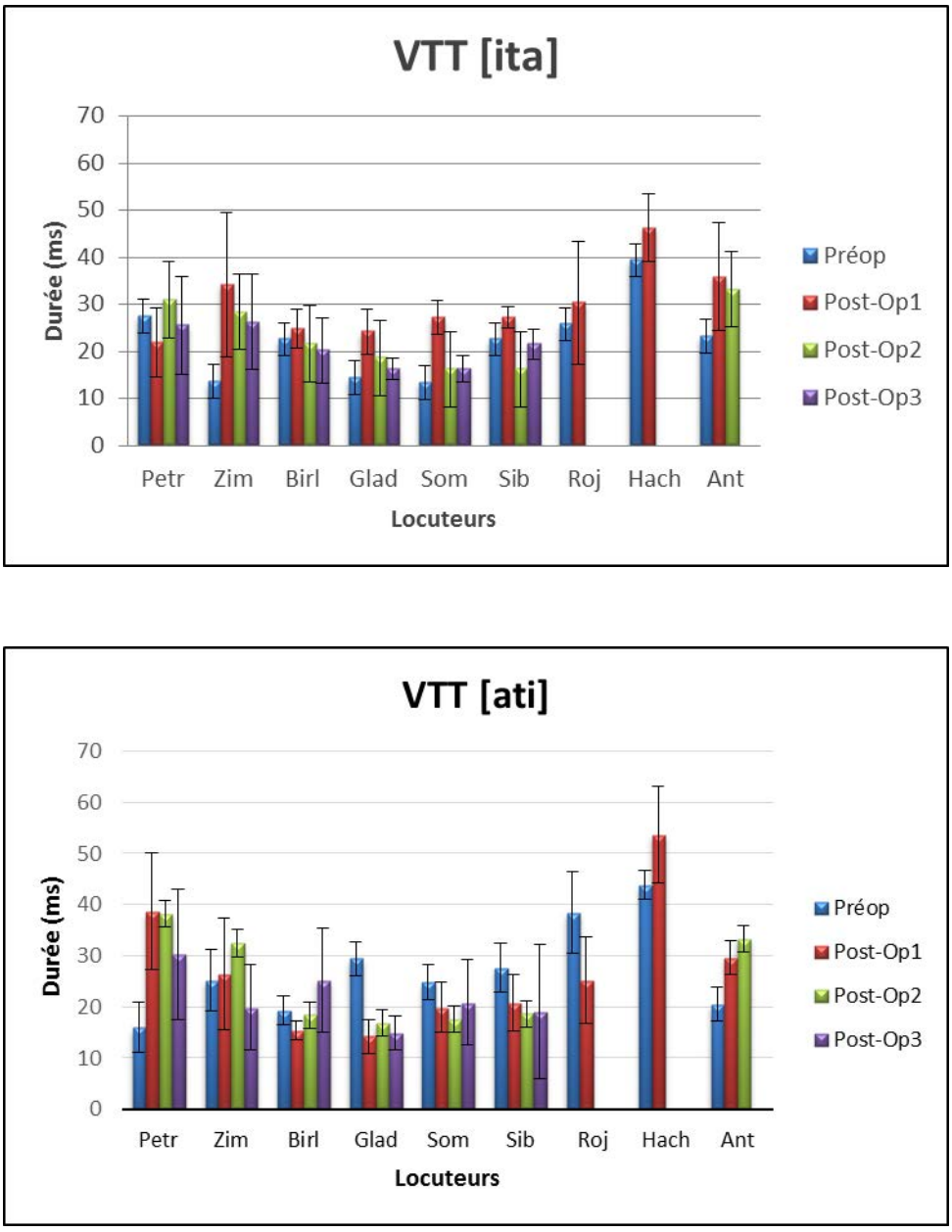
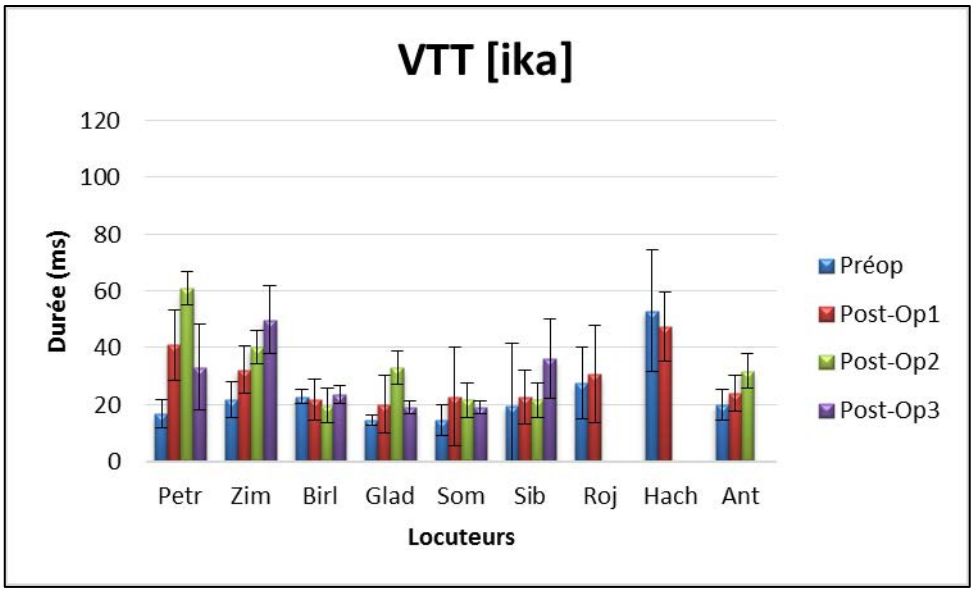


Figure 40 : Valeurs de la durée du VTT en contexte [t] pour les logatomes [ita] (en haut) et [ati] (à en bas) en fonction du patient



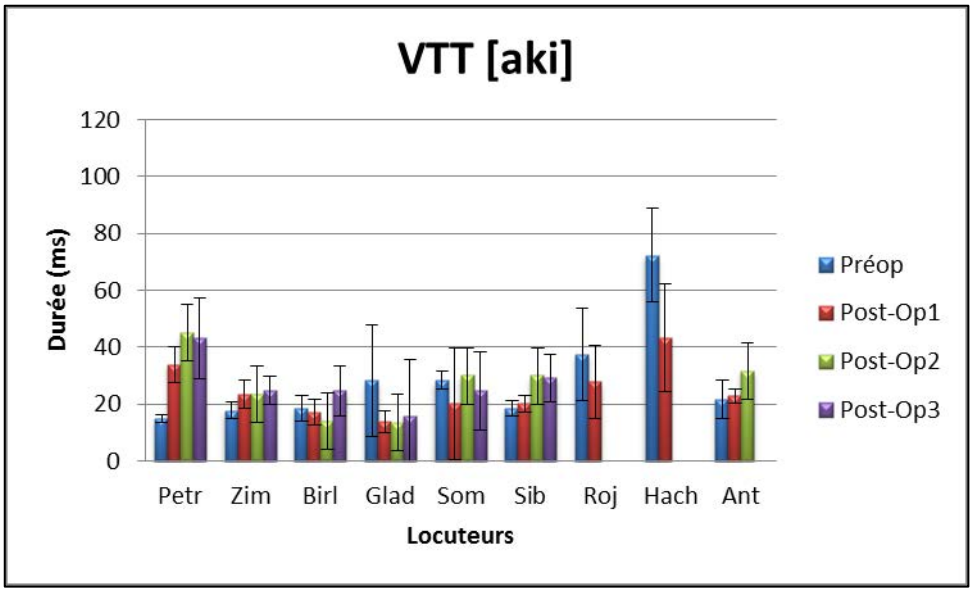


Figure 41 : Valeurs de la durée du VTT en contexte [k] pour les logatomes [ika] (en haut) et [aki] (à en bas) en fonction du patient

Bilan partiel

L'étude de la durée du paramètre VTT nous a permis d'observer des modifications significatives, plus ou moins importantes, en fonction du type d'exérèse et de la phase d'enregistrement. Les valeurs du VTT sont très variables entre les différents sujets glossectomisés, et ce dans les deux contextes vocaliques et consonantiques.

Il est tout de même important de signaler que les valeurs sont considérablement plus prononcées après chirurgie en Post-Op1 et après radiothérapie en Post-Op2.

Il est fort probable que l'allongement remarquable du VTT soit lié à une difficulté pour les patients de réaliser une occlusion suffisamment étanche, lors de la production d'une occlusive non-voisée. Cette difficulté à obtenir la pression intraorale nécessaire pour la production de cette catégorie de consonne favoriserait un lapse d'amortissement de l'activité laryngée plus long qui déborderait sur la phase silencieuse de ces consonnes non-voisées.

Durée du silence acoustique (occlusives non–voisées)

Nous présentons ci-dessous les figures illustrant la durée du silence acoustique pour les occlusives non–voisées pour l'ensemble des patients, dans les deux contextes vocaliques. En observant les Figure 42 & *infra*, nous avons observé que la glossectomie modifie la durée du silence acoustique pour les deux occlusives [t et k] et cela dans le contexte [i-a] que le contexte [a-i]. Cette modification se manifeste par un allongement de la durée du silence acoustique principalement en potop1 et 2. Cette observation concerne l'ensemble des patients sauf Som et ROJ pour lesquels la durée du silence acoustique se réduit pour l'occlusive [t] dans le contexte [i-a]. Dans le contexte [a-i], l'allongement de la durée du silence acoustique est remarquable pour les patients ROJ et ANT. La durée du silence est moins modifiée chez les autres patients dans les phases d'enregistrements post-chirurgicales.

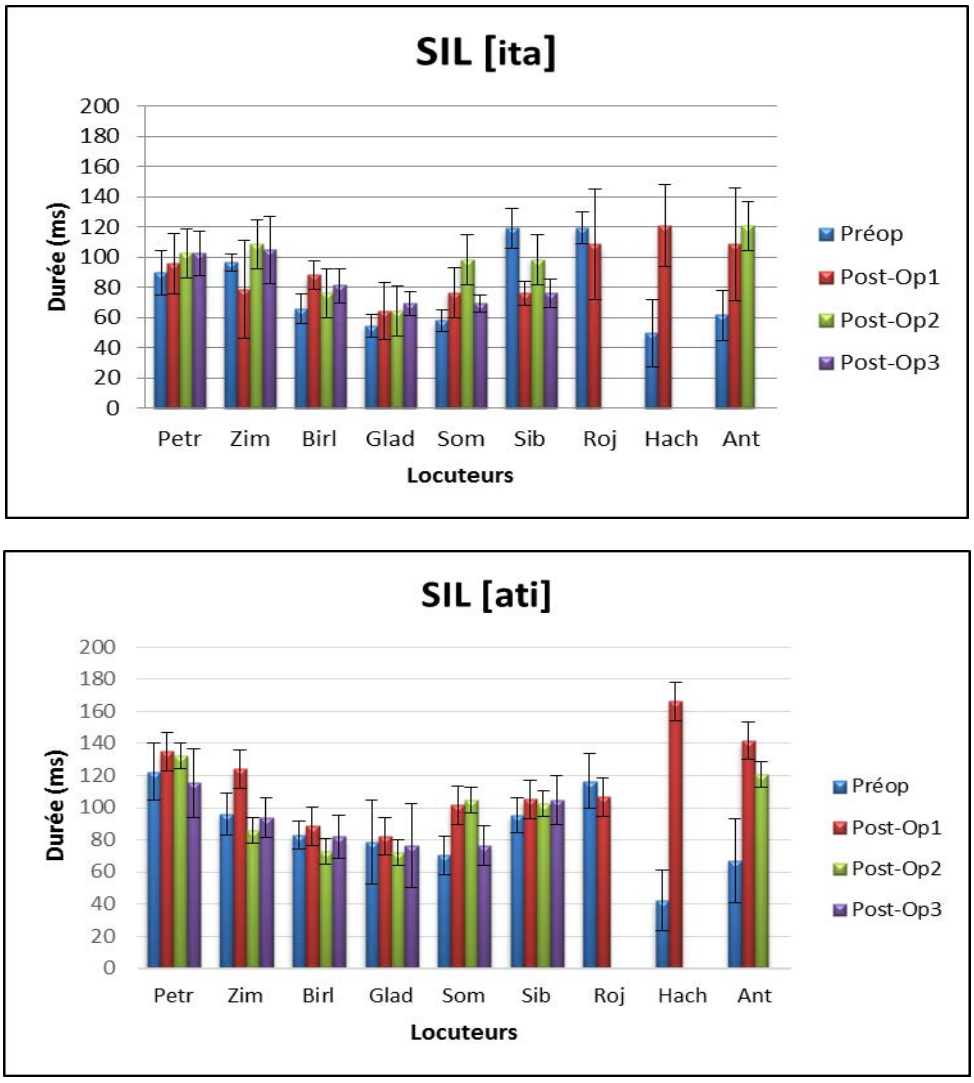


Figure 42 : Valeurs de la durée du silence acoustique en contexte [t] pour les logatomes [ita] (en haut) et [ati] (à en bas) en fonction du patient

Par rapport à l'occlusive [k] dans les deux contextes vocaliques [i-a] et [a-i], nous avons noté une perturbation de la durée du silence acoustique pour les patients glossectomisés, pelvi glossectomisés et également après oro-pharyngectomie. Seuls les cas des patients ROJ et HACH indiquent une valeur du silence acoustique en Post-Op1 réduite pour le premier et proche de celui relevé en Préop pour le second. Dans le contexte [a-i], l'allongement du silence acoustique concerne la plupart des patients. Ce dernier est plus ou moins important en Post-Op1 et 2 chez les patients (PETR, ZIM, GLAD, SOM et ANT). La durée du silence acoustique du patient BIRL est également allongée en Post-Op1, mais elle se réduit en Post-Op2. En Post-Op3, l'intervalle du silence acoustique baisse et se régularise jusqu'à atteindre ou se rapprocher davantage des valeurs relevées avant l'acte chirurgical.

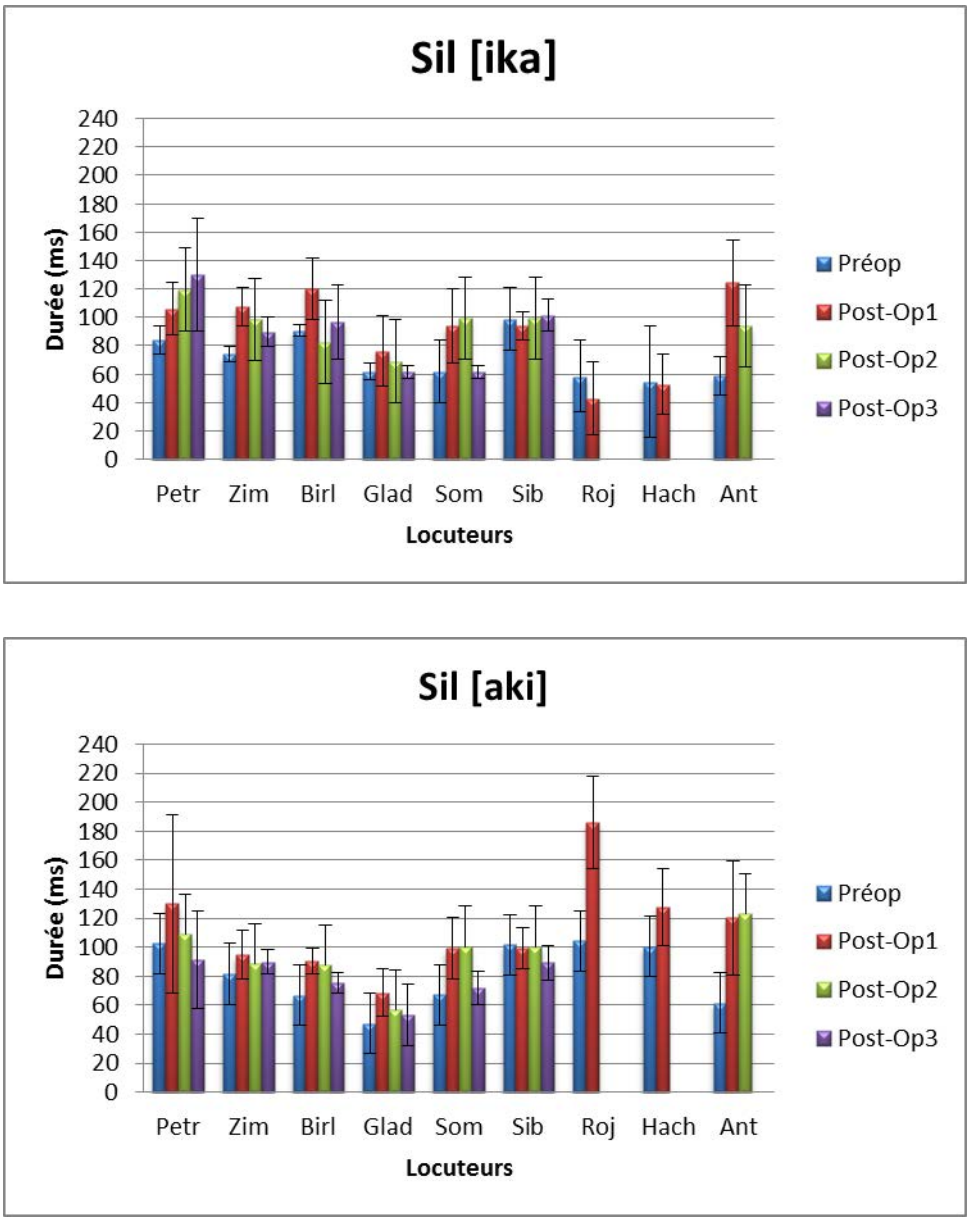


Figure 43 : Valeurs de la durée du silence acoustique en contexte [k] pour les logatomes [ika] (en haut) et [aki] (à en bas) en fonction du patient

Bilan partiel

À partir de l'analyse des résultats des durées du silence acoustique, nous avons constaté que les différentes exérèses carcinologiques modifient significativement la durée du silence acoustique et en fonction du type de résection subi.

L'allongement de la durée du silence acoustique est systématique pour les deux occlusives et cela dans les deux contextes [i-a] et [a-i].

Durée de l'occlusion (occlusives voisées)

Dans cette section, nous présentons les résultats d'analyse de la durée de l'occlusion, considérant que cette dernière commence à la fin de la structure formantique de la voyelle précédant le consonne voisée cible V1, et pour se termine au début de l'explosion de cette consonne dans une séquence de type VCV. De manière générale, la durée de l'occlusion s'est retrouvée modifiée après glossectomie (*cf.* Figure 44)

Après analyse de nos signaux acoustiques, nous avons observé que la durée de l'occlusion est remarquablement plus longue en Post-Op1 et en Post-Op2 chez certains patients, et cela dans les deux contextes vocaliques. En ce qui concerne les deux contextes [ida] et [adi], nous avons relevé un allongement au niveau de la durée de l'occlusion pour l'ensemble des patients, excepté les patients SIB, pour lequel la durée de l'occlusion a diminué, et Som pour lequel cette durée a diminué dans le contexte [ida]. L'occlusion est plus longue chez les patients pelvi-glossectomisés que celle retrouvée chez les patients glossectomisés. À titre illustratif, pour la patiente ZIM, nous avons noté une occlusion d'une durée de 91 ms en Post-Op1 et de 133 ms en Post-Op2, à comparer avec celle mesurée en Préop, soit 78, 2 ms, dans le contexte [ida]. Pour le contexte [adi], elle est de 108 ms en Post-Op1 et de 97 ms en Post-Op2. L'occlusion était de 16,2 ms en Préop. Au niveau de l'occlusive [iga] et [agi], nous avons constaté des allongements notables de la durée de l'occlusion. En effet, l'augmentation de la durée de l'occlusion en Post-Op1 et 2 concerne quasiment tous les patients, excepté GLAD et ROJ dans le contexte [iga]. Dans le contexte [agi], la durée de l'occlusion est notable pour les deux patients PETR et Ant, malgré la différence des résections. Nous avons relevé chez la patiente Petr une durée sensiblement plus longue en Post-Op1 et Post-Op2 que celle observée en Préop, soit 82 ms ; elles sont de 116ms après l'opération et de 165 ms

après le traitement par radiothérapie. L'intervalle du paramètre occlusion tend à se réduire avec le temps et la réhabilitation orthophonique, pour certains de nos patients. Ainsi, la durée de l'occlusion se réduit à 117 ms en Post-Op3 pour la patiente PETR, comparée à sa valeur en Préop qui était de 82 ms (*cf.* Figure 45).

Les écarts-types présentent tout de même des variabilités importantes, principalement lors de phases post-chirurgicales 1 et 2 pour les deux occlusives voisées, et cela dans les deux contextes vocaliques. Nous avons relevé un écart-type, à titre d'exemple, pour la patient PETR de 4,08 ms en Préop, de 16,35 ms en Post-Op1, de 35 ms en Post-Op2 et de 11,21 ms en Post-Op3.

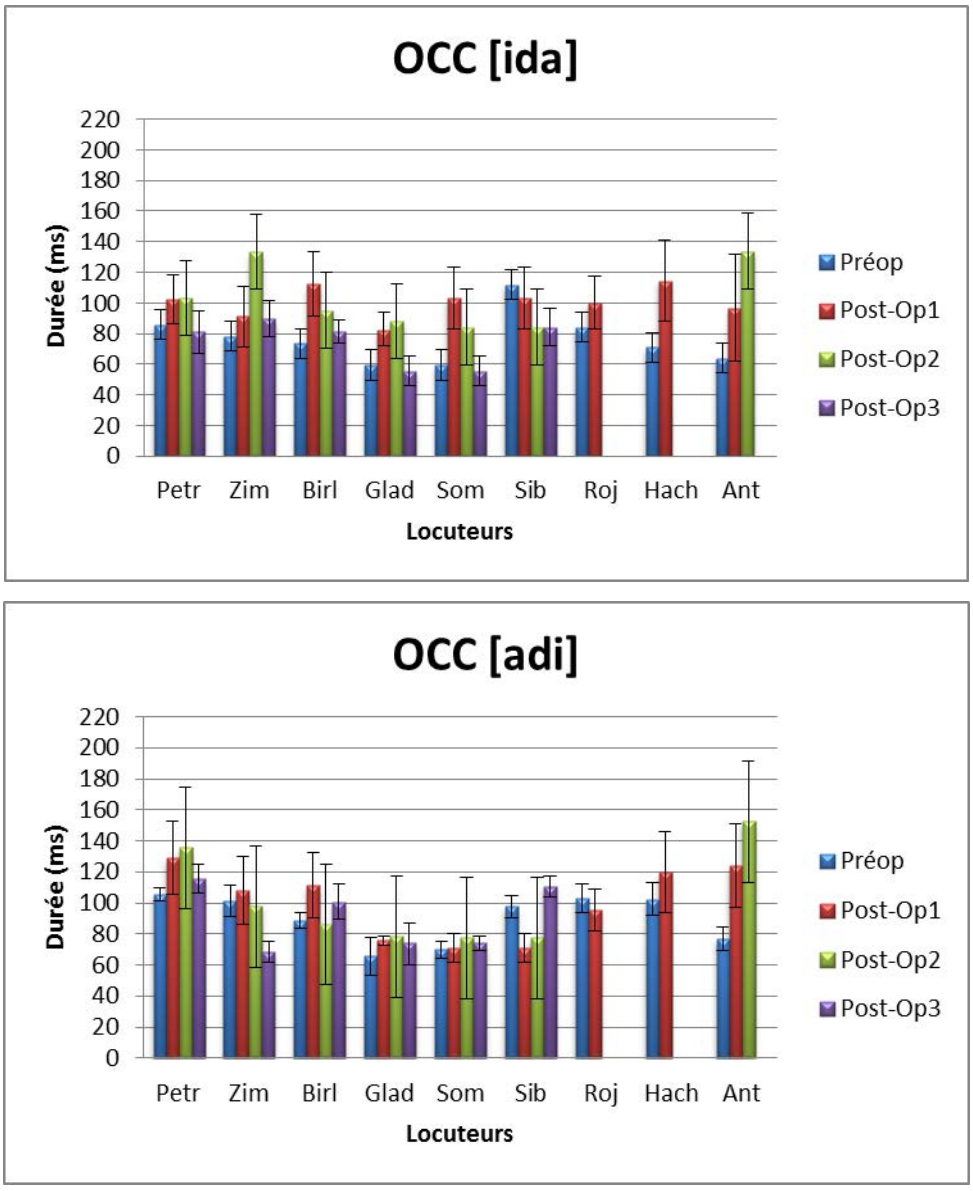


Figure 44 : Valeurs de la durée du silence acoustique en contexte [d] pour les logatomes [ida] (en haut) et [adi] (à en bas) en fonction du patient

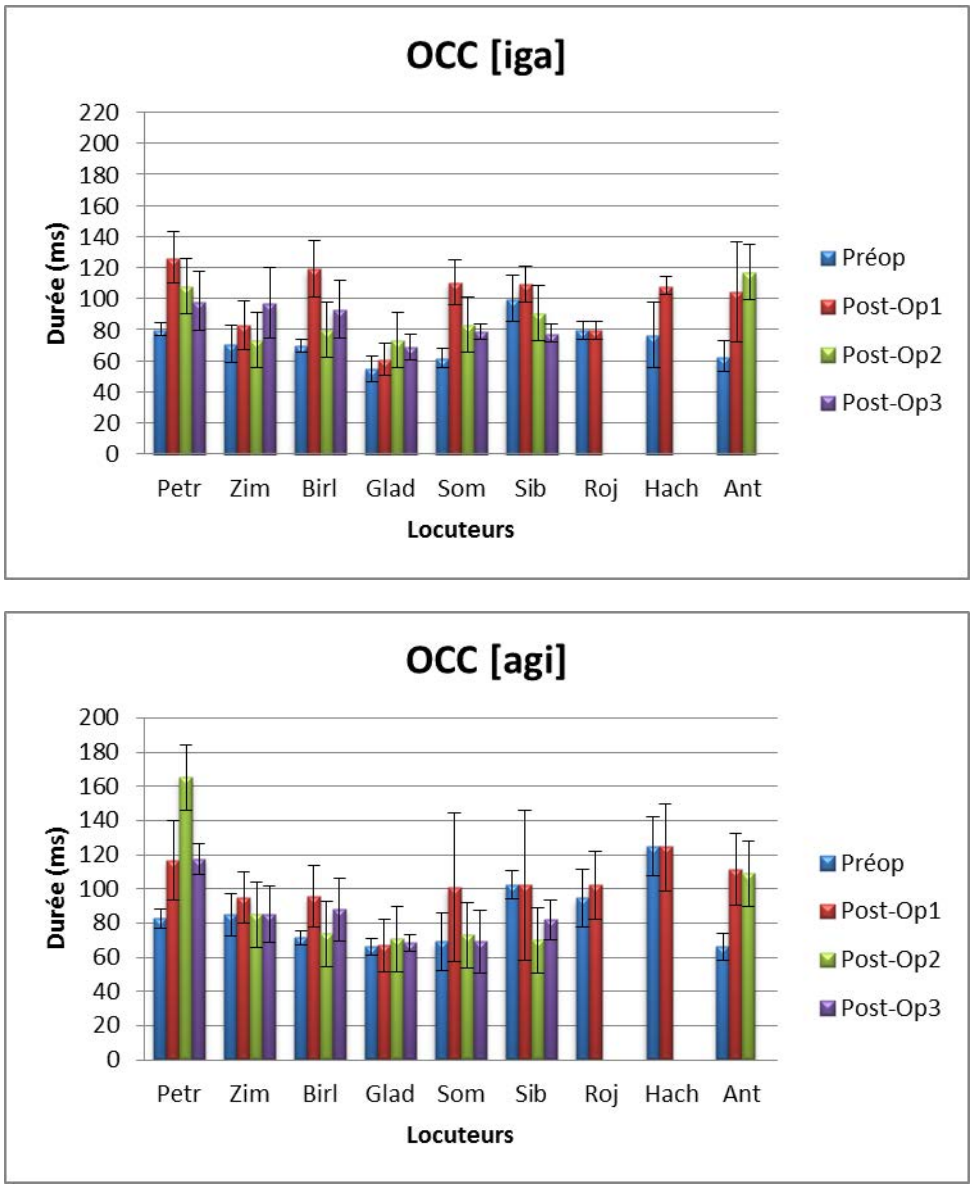


Figure 45 : Valeurs de la durée du silence acoustique en contexte [g] pour les logatomes [iga] (en haut) et [agi] (à en bas) en fonction du patient

Bilan partiel

La durée de l'occlusion s'est retrouvé modifiée après glossectomie pour les deux occlusives voisées, tant dans le contexte [i-a] que dans le contexte [a-i]. Cette perturbation de la durée de l'occlusion est plus marquée en Post-Op1 et 2.

En contexte [a-i], la durée de l'occlusion est modifiée. L'intervalle reste moins perturbé que celui observé dans le contexte [i-a] et cela pour les deux occlusives (voisées et non- voisées) et toutes les phases d'enregistrements étudiées.

Dans le contexte [i-a], on constate un allongement remarquable de l'occlusion pour les productions des patients en Post-Op 1 et 2, par rapport au Préop. Des écarts-types plus ou moins importants caractérisent les productions des patients, lors des phases Post-Op1 et 2. Les écarts-types ont tendance à se réduire en Post-Op3.

Durée des segments vocaliques adjacents

Nous présentons ci-dessous le résultat de l'analyse de la durée des voyelles adjacentes V1 et V2, dans les différents contextes vocaliques et consonantiques pour des séquences de types VCV. Il s'agit de savoir si les résections linguales modifieraient significativement la durée des voyelles adjacentes, étant donné que les voyelles retenues [i] et [a] sollicitent la langue pour leur production.

Durée de V1

Nous avons observé, à partir des résultats de l'analyse de la durée de la première voyelle V1, que la durée de la voyelle précédant la consonne est significativement plus longue lors des phases Post-Op1 et 2, par rapport au Préop et au Post-Op3.

Les figures ci-desous illustrent les durées de V1 dans les séquences [ita] et [ati] (*cf.* Figure 46), [ika] et [aki] (*cf.* Figure 47), [ida] et [adi] (*cf.* Figure 48), [iga] et [agi] (*cf.* Figure 49). Les tendances sont presque les mêmes pour tous les patient malgré la diversité des exérèses subies. En effet, un allongement significatif de la voyelle est observé lors des phases Post-Op1 et 2. Pour tous les patients avec des différences liées aux conséquences apparemment inhérentes aux gestes chirurgicaux et aux traitements thérapeutiques. Nous précisons ci-dessous les patients dont la durée de V1 est modifiée et dont les tendances se retrouvent dans chaque contexte consonantique. Après observation de toutes les figures de la durée de V1, nous avons constaté que les patients PETR et Ant produisent des durées vocaliques plus longues que celles des autres patients en Post-Op 1 et en Post-Op2 principalement. À titre d'exemple, la durée de V1 se situe entre 92,2 ms au minimum, et 156 ms au maximum pour la patiente PETR en Post-Op1. Cette durée est entre 124 ms et de 142 ms pour le patient Ant en Post-Op2. Nous avons aussi constaté que la durée de V1 est plus longue pour l'ensemble des patients dans le contexte des occlusives voisées que celui des non-voisées. En Post-Op3, avons observé une réduction de la durée de V1 chez tous les patients.

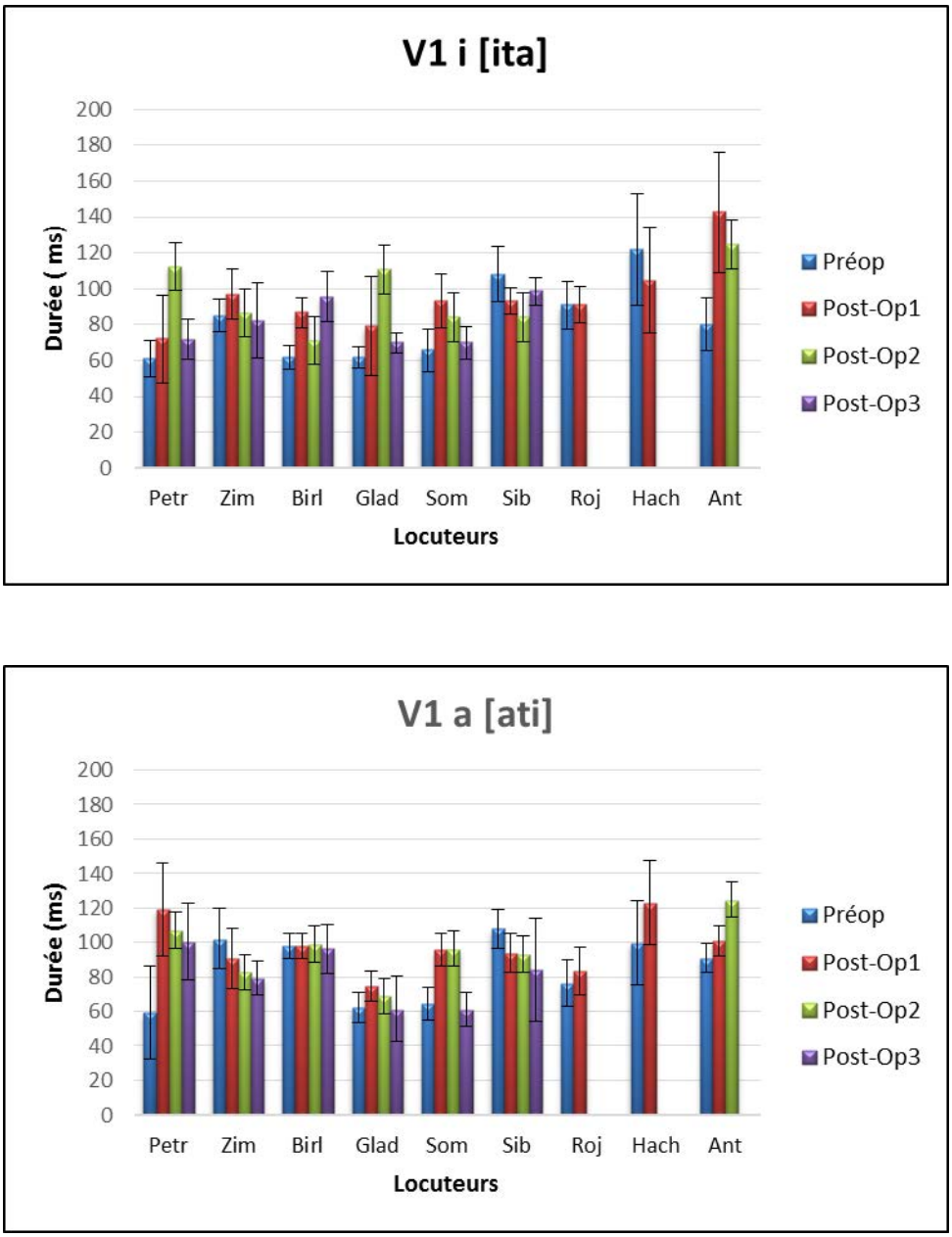


Figure 46 : Valeurs de la durée de V1 en contexte [t] pour les logatomes [ita] (en haut) et [ati] (à en bas) en fonction du patient

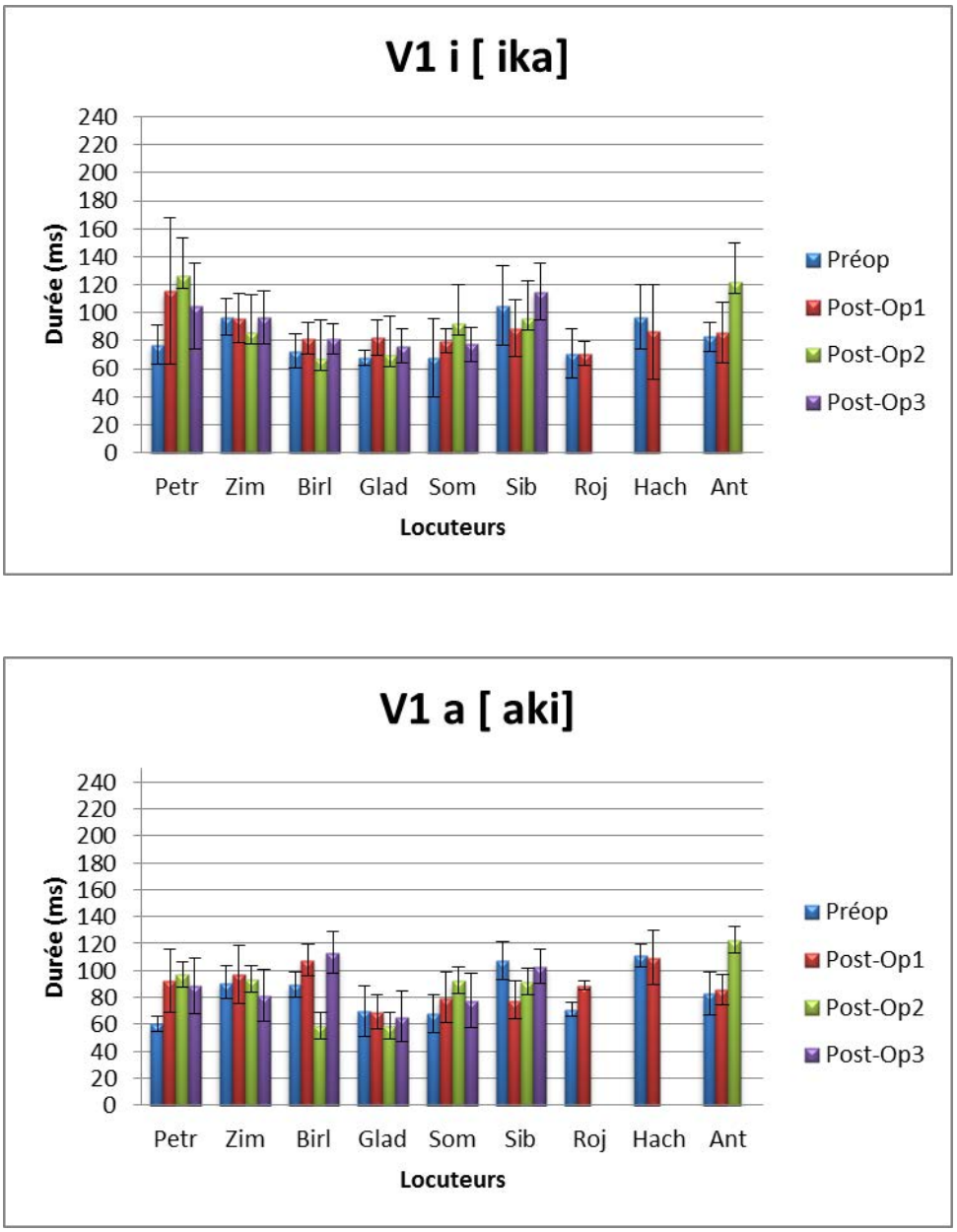


Figure 47 : Valeurs de la durée de V1 en contexte [k] pour les logatomes [ika] (en haut) et [aki] (à en bas) en fonction du patient

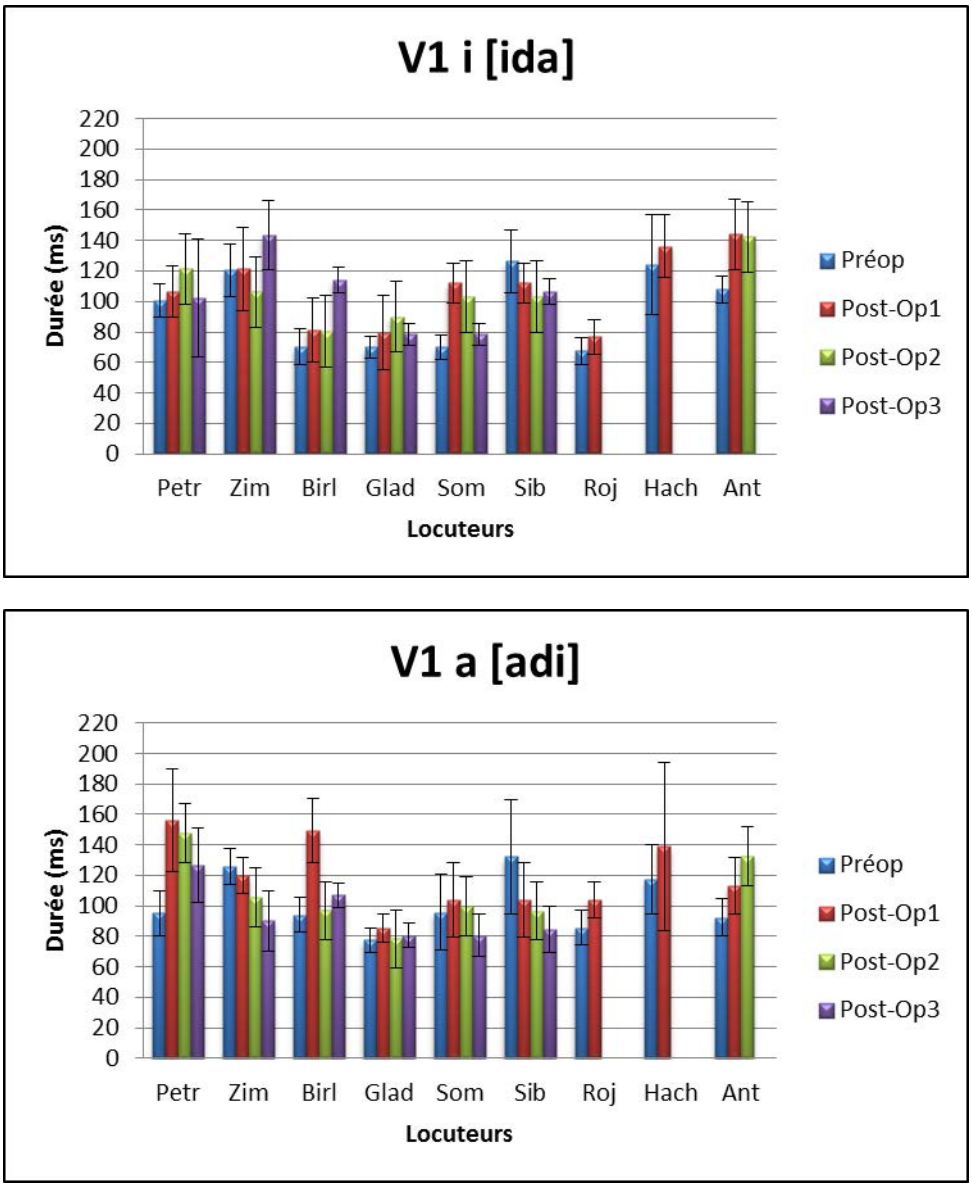


Figure 48 : Valeurs de la durée de V1 en contexte [d] pour les logatomes [ida] (en haut) et [adi] (à en bas) en fonction du patient

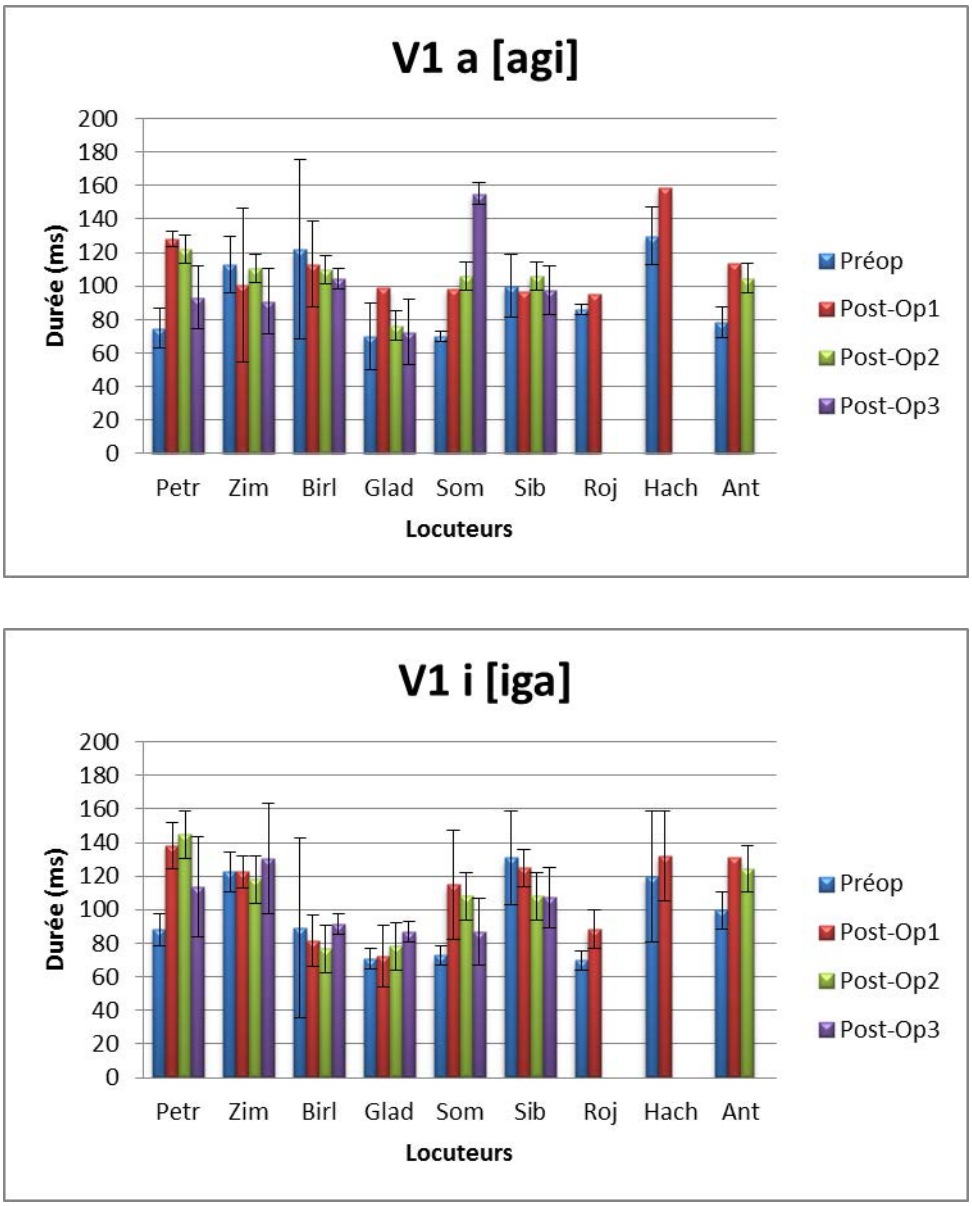


Figure 49 : Valeurs de la durée de V1 en contexte [g] pour les logatomes [iga] (en haut) et [agi] (à en bas) en fonction du patient

La durée de V2

Nous avons également observé des différences de durée à travers les phases d'enregistrements pour l'ensemble des patients pour la voyelle subséquente V2. L'analyse des résultats montre une modification significative de la durée de V2 en fonction du type de résection. Les modifications des valeurs de V2 sont remarquablement plus longues en Post-Op1 et 2. Notons que la durée de V2 s'est retrouvée significativement plus longue dans le contexte des occlusives voisées. Nous avons remarqué que les valeurs de la durée de V2 ne présentent pas de modifications particulièrement importantes à travers les phases d'enregistrements post- chirurgicales. Globalement, les durées de V2 sont relativement proches les une des autres après glossectomie partielle. Signalons que les modifications significatives de la durée de V2 sont généralement plus notables dans les cas de patients ayant subi une pelviglossectomie (PETR, ZIM et BIRL), ou une hémiglossectomie (HACH) ou une oro-pharyngectomie (ANT).

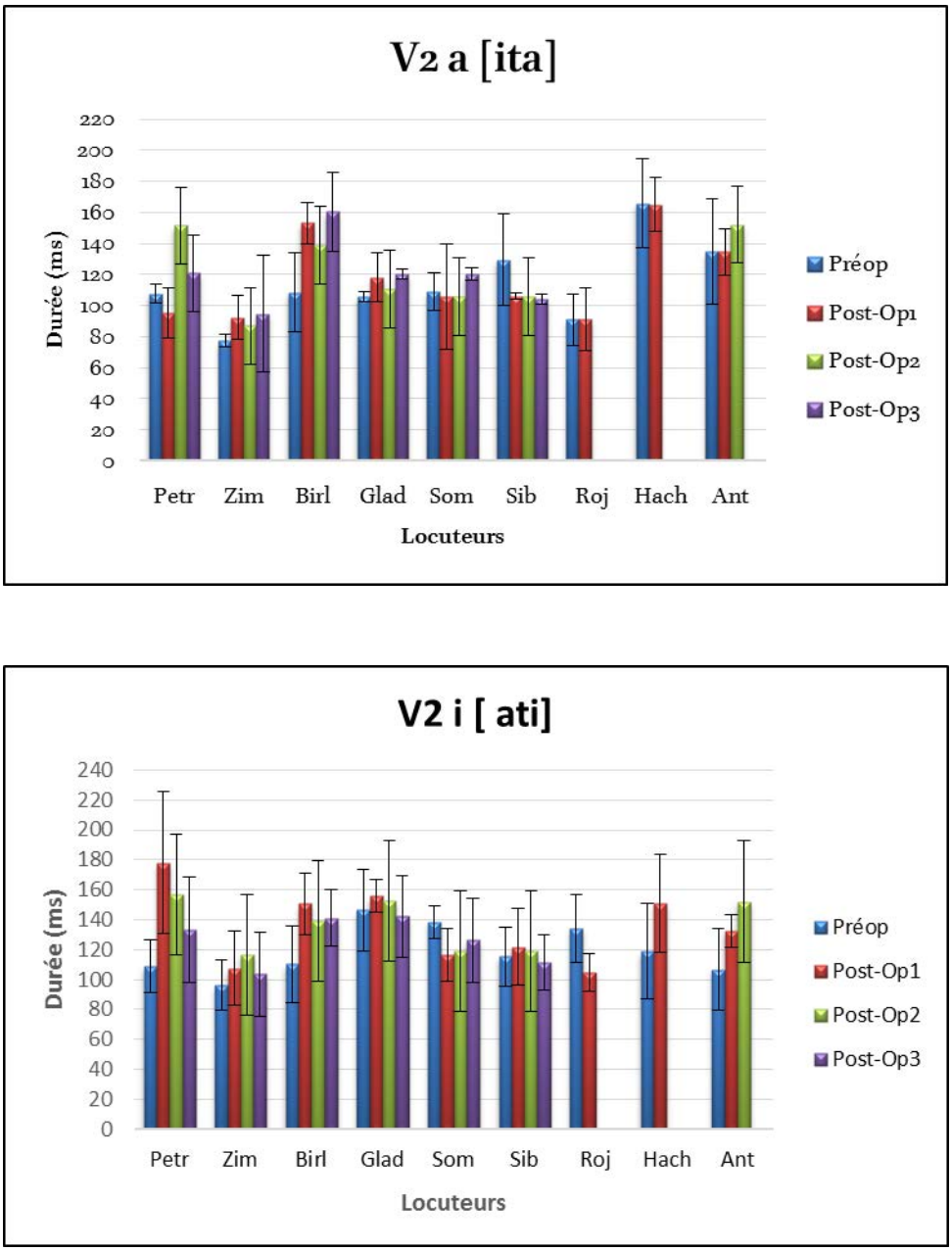


Figure 50: Valeurs de la durée de V2 en contexte [t] pour les logatomes [ita] (en haut) et [ati] (à en bas) en fonction du patient

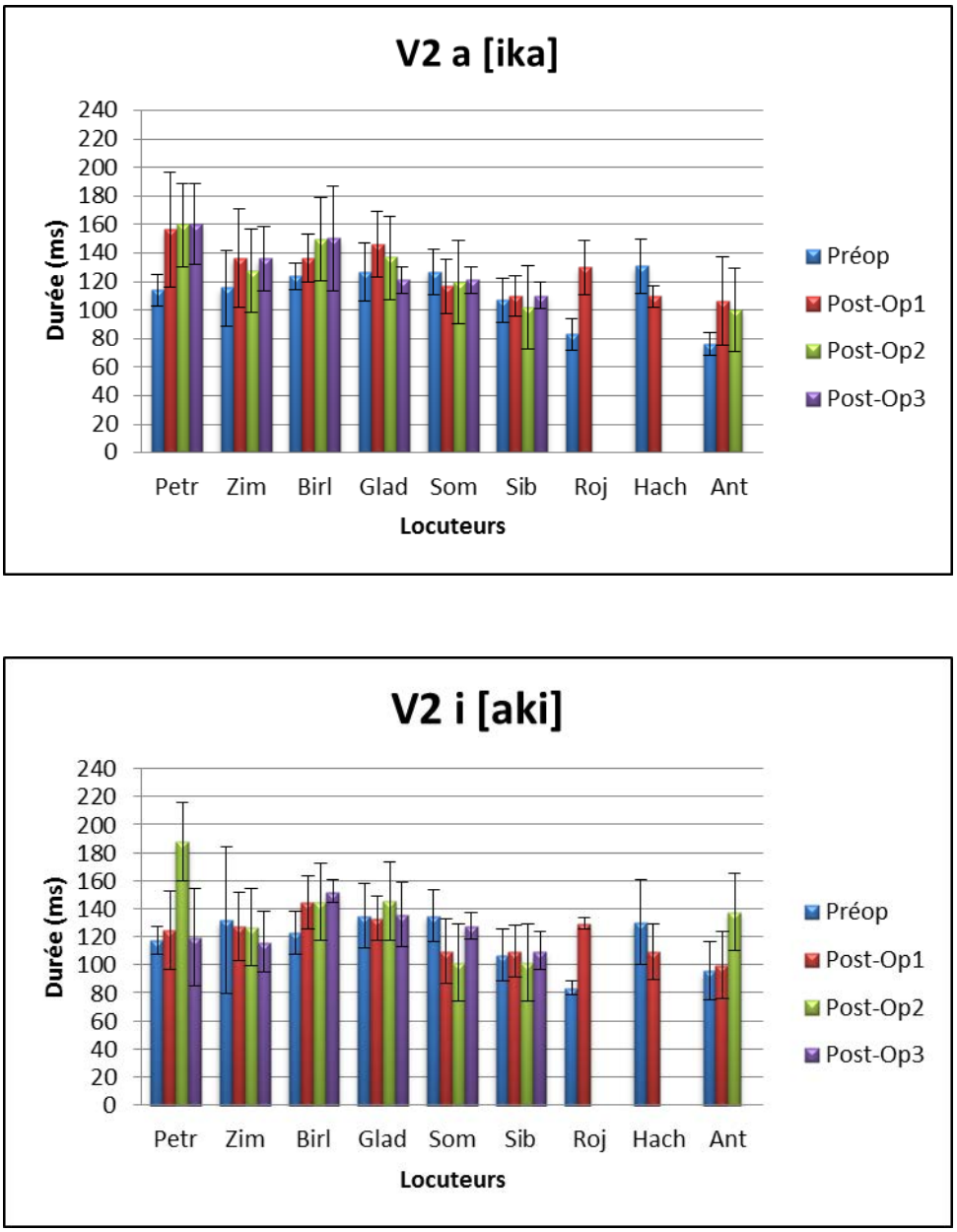


Figure 51 : Valeurs de la durée de V2 en contexte [k] pour les logatomes [ika] (en haut) et [aki] (à en bas) en fonction du patient

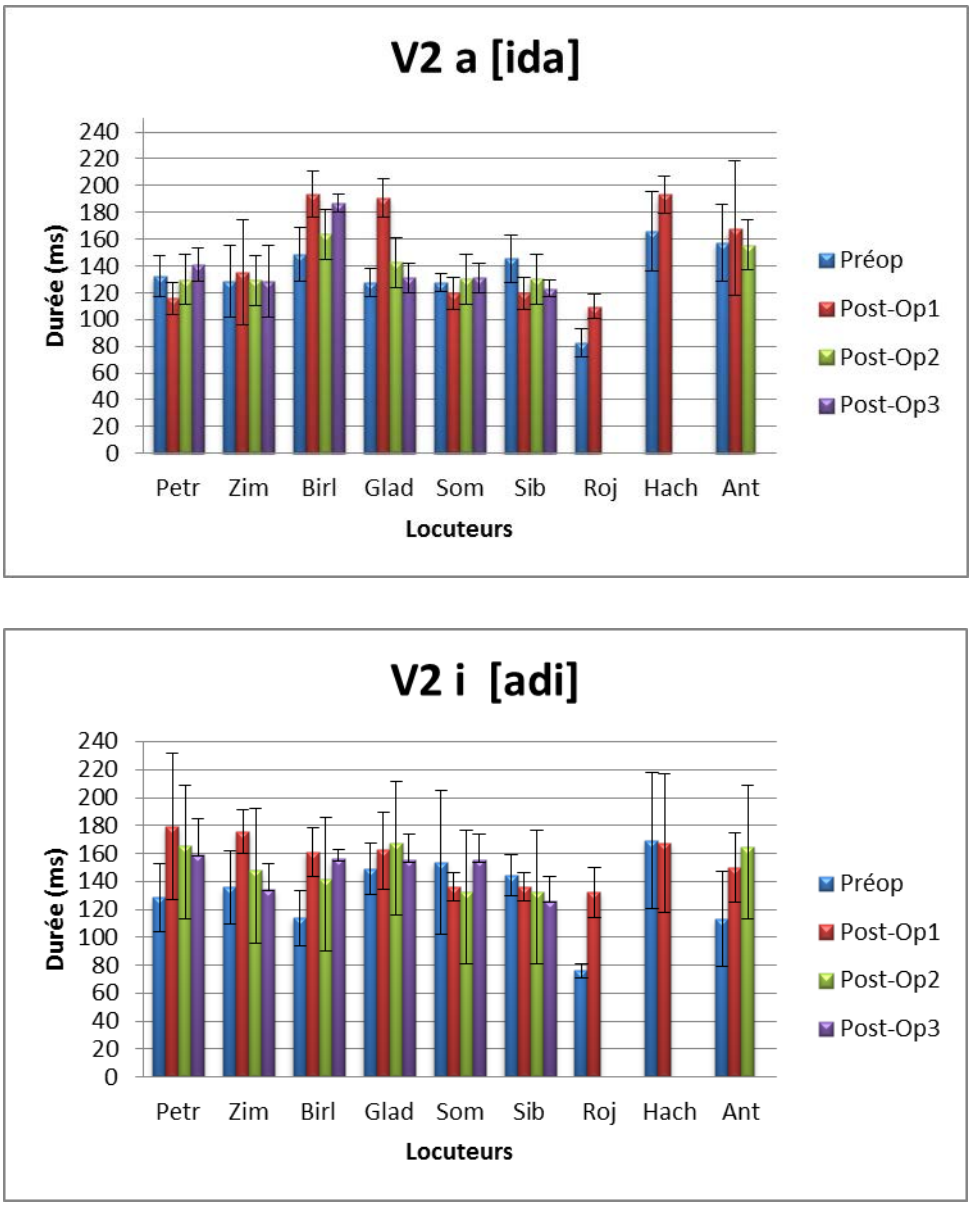


Figure 52 : Valeurs de la durée de V2 en contexte [d] pour les logatomes [ida] (en haut) et [adi] (à en bas) en fonction du patient

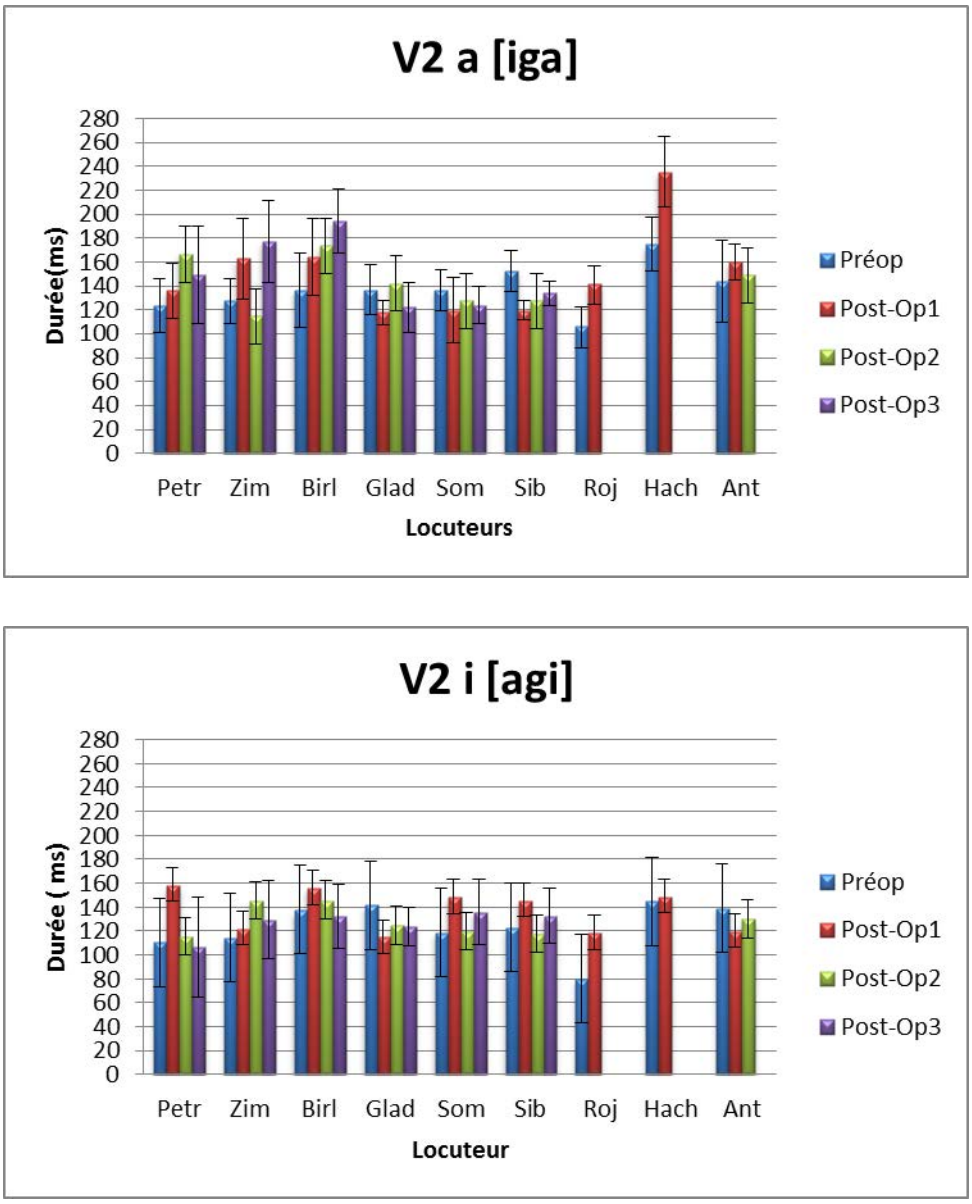


Figure 53 : Valeurs de la durée de V2 en contexte [g] pour les logatomes [iga] (en haut) et [agi] (à en bas) en fonction du patient

Bilan partiel

Nous avons analysé dans cette section les durées moyennes des voyelles V1 et V2 dans des séquences VCV, produites par les patients après différents types de résections linguales, partielles ou subtotals. La durée des segments vocaliques V1 et V2 se sont révélées différentes de celle relevée initialement en Préop, la veille de l'intervention. Ce constat nous permet de conclure que la glossectomie semble affecter la durée des voyelles dans la production des séquences de type VCV, lors des phases de production 1 et 2.

La glossectomie a une incidence significative sur la durée des segments vocaliques V1 et V2 dans le contexte consonantique voisé ou non voisé. Cependant, l'allongement de V1 est significativement plus important dans le contexte des occlusives voisées par rapport aux occlusives non-voisées. La durée de V2 s'est montrée encore remarquablement plus longue que V1 également dans le contexte des occlusives voisées par rapport à leurs homologues non-voisées. Nous supposons que cet allongement des durées des segments vocaliques peut être considéré comme une stratégie de compensation ou de réajustement. En effet, les patients ont tendance à produire des voyelles plus longues après pelvi-glossectomie, hemi-glossectomie et oro-pharyngectomie, principalement dans le contexte des occlusives voisées, lorsque la réalisation des gestes pour les consonnes cibles devient difficile.

Enfin, nous avons relevé des écarts-types plus importants dans les productions des patients lors des phases d'enregistrements post- chirurgicales 1 et 2. Une réduction de la variabilité inter et intra individuelles est relevée en Post-Op3, semblant indiquer un contrôle plus approprié des gestes vocaliques ouvrants du conduit vocal

Autre cas clinique

Patient JCT

Nous présentons ci-dessous une étude des caractéristiques temporelles pour le patient JCT. Rappelons que le patient JCT a subi la plus large résection linguale, celle-ci consiste en une pelviglossectomie totale antérieure, suivie d'une reconstruction par un lambeau antérolatéral de la cuisse. Pour ce patient, une seconde exérèse a eu lieu après plusieurs séances de radiothérapie. L'objectif de la seconde résection était de réduire la taille du lambeau, ce dernier étant volumineux et difficile à maintenir correctement dans la cavité buccale. Après la seconde résection, le lambeau était en bonne adéquation et prenait bien place dans la cavité buccale. Les caractéristiques des occlusives voisées et non- voisées du patient JCT, en Préop étaient conformes aux données du locuteur témoin. En Post-Op1 (un mois et demi après l'intervention), nous avons constaté une perturbation au niveau de tous les paramètres inter et intra-segmentaux dans les séquences VCV.

Lors des phases post-opératoires 1 et 2, seules les plosives bilabiales étaient produites avec une occlusion totale et momentanée du tractus vocal par ce patient JCT.

L'analyse de la durée de VOT pour les occlusives non -voisées [p]et son homologue voisées [b], dans tous les contextes vocaliques, indique une légère augmentation de la durée du VOT des occlusives [p] et [b], lors des phases d'enregistrements post-chirurgicales 1 et 2. Notons qu'une diminution de la durée de VOT a été observée en Post-Op3, les valeurs des occlusives devenant comparables à celles observées chez un sujet de contrôle.

Lorsque le VOT n'était pas messurable suite à la présence d'un enorme bruit de friction sur le signe acoustique, nous nous sommes intéressée au spectre. En effet, nous avons opté pour l'utilisation des moments spectraux pour l'analyse du signal du patient JCT, bien que cette méthode soit parfois controversée comme moyen de caractériser les consonnes, et plus particulièrement la distribution d'énergie du burst ou du bruit de frication (voir, par exemple, Forrest *et al.,* 1988 ; Jesus *et al.,* 2002 ; Jones *et al.,* 2003).

Afin de calculer les moments spectraux, le module du spectre acoustique à court terme a été calculé avec une DFT (*Discrete Fourier Transform*) à (512 points) pour une série chronologique de fenêtres d'apodisation de Hanning successives de 5 ms, avec un recouverement de 60 %, pour toute la durée du bruit. Les moments spectraux ont été calculés à l'aide de MATLAB®, pour l'enveloppe spectrale allant de 2000Hz à 6500Hz, et avec une échelle linéaire de décibels (dB).

Dans la phase Post-Op1, nous avons constaté que la production des consonnes vélaires [k] et [g] était remplacée par la production d'un son approximant ressemblant à la production des fricatives uvulaires, par exemple de l'espagnol [X] pour l'occlusive non-voisée [k], et la fricative uvulaire voisée de l'arabe [ɣ] pour la réalisation de l'occlusive voisée [g].

De plus, lors des phases post-chirurgicales 1 et 2 et après plusieurs séances de traitements complémentaires (radiothérapie), nous avons observé que les valeurs du VOT sont très variables pour les occlusives non-voisées. Néanmoins, dans le contexte vocalique [i-a], nous avons constaté que les valeurs de la durée du VOT étaient plus courtes, de 30 ms pour les séquences [ita] et [ida], mais celles-ci étaient plus longues pour l'occlusive non- voisée [ika]. Les valeurs de cette dernière se situent globalement entre 45 ms et 90 ms, beaucoup plus importantes par rapport à celles habituellement mesurées chez un sujet de contrôle.

En Post-Op3 (six mois plus tard), et après la réduction de la taille du lambeau, nous avons observé au niveau de l'analyse spectrale des signaux acoustiques, une faible énergie et un *burst* plus courte pour [ita], et un bruit de friction, suivi d'un bref *burst* pour [ika] (*cf.* Figure 54).

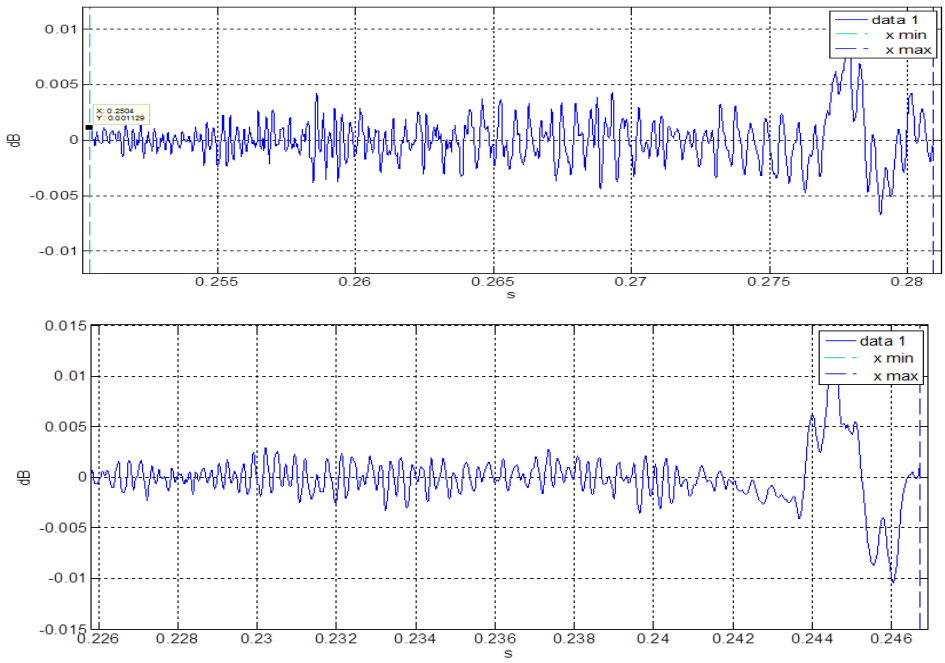


Figure 54 : Le signal acoustique au relâchement de [t] dans [ita] (panneau du haut) et du [k] dans [ika] (panneau du bas) du patient JCT en Post-Op3

Dans le contexte [a-i], la mesure de VOT pour les occlusives non-voisées [t] et [k] nous posait problème, en raison de la présence d'un bruit de friction persistant au niveau du signal acoustique. Sur les signaux présentés ci-dessous, nous pouvons voir (comme dans la plupart des productions) que le VOT de l'occlusive alvéolaire [t] et celui de la vélaire [k] sont presque similaires, et seraient vraisemblablement articulé dans la même région au niveau de la voûte palatine (*cf.* **Figure 55**). En effet, nous pensons que le lieu d'articulation de ces consonnes est approximativement similaire, produit dans des endroits proches au niveau du tractus vocal. Cela peut être considéré comme une conséquence de la chirurgie et de la reconstruction, qui limite les mouvements de la langue du patient JCT dans la direction avant-arrière (Zaouali *et al.,* 2018a).

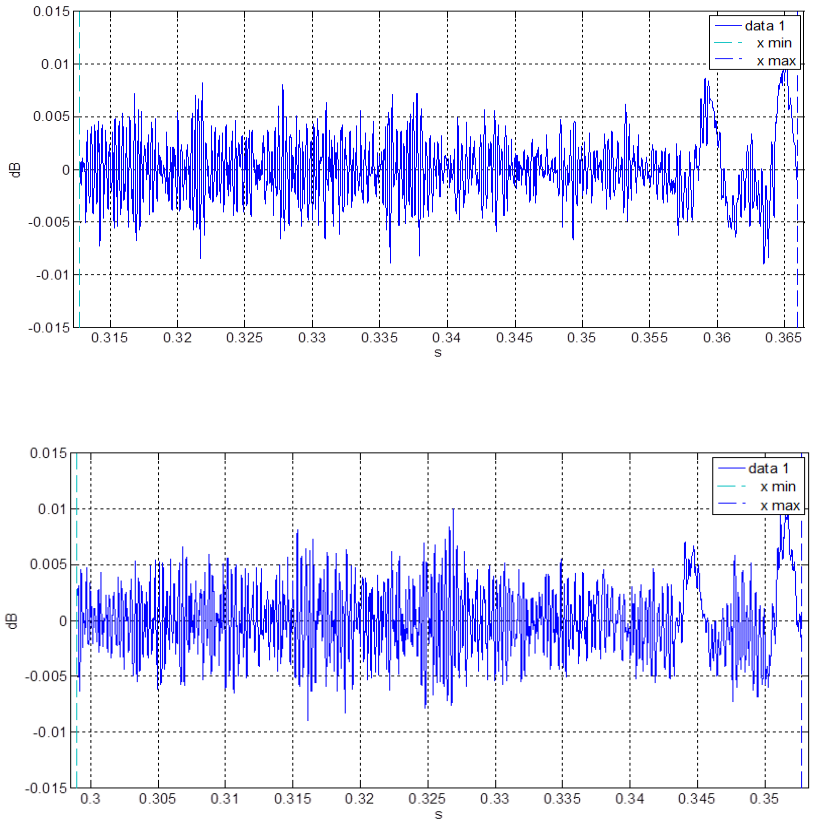


Figure 55 : Le signal acoustique au relâchement de [t] dans [ati] (panneau du haut) et du [k] dans [aki] (panneau du bas) du patient JCT en Post-Op3

La génération de bruit de friction pour compenser l'absence du burst peut être une stratégie compensatoire pour la production des occlusives (Savariaux *et al.*, 2001). En ce qui concerne l'occlusive voisée [g], aucun *burst* n'est produit et l'amplitude du signal acoustique, lors de la fermeture, est très large. Le signal temporel ressemble à celui d'une semi-voyelle (*cf.* Figure 56). Nous avons constaté, à partir de ces analyses, que le patient JCT dispose d'une capacité réduite dans l'élaboration de stratégies compensatoires afin de rendre plus perceptible la production des occlusives [k] et [g], en Post-Op1 et en Post-Op2.

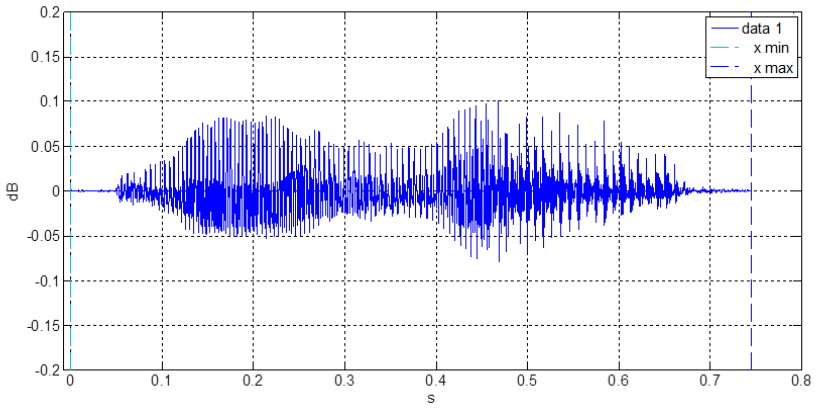


Figure 56 : Signal acoustique de la production de la séquence [iga] (patient JCT)

Bilan partiel

L'analyse des productions du cas clinique JCT, nous a permis de voir les limites de l'articulation des segments vocaliques et consonantiques, après une pelvi-glossectomie totale reconstruite par un lambeau antérolatéral de la cuisse droite. En effet, en Préop les valeurs de la durée des paramètres mesurés se sont retrouvées similaires à celles d'un locuteur normal. Les productions étaient similaires suite à la perte de mobilité, car ce patient à tendance à produire des occlusives qui contiennent des propriétés des constrictives caractérisées par la présence de bruit de friction constant lors de la réalisation des occlusives non-voisées. Les paramètres intra-segmentaux n'étaient pas mesurables en Postop1 et 2. Les productions post-chirurgicales ressemblent plutôt à des réalisations de sons approximant que l'on trouve dans des langues autres que le français. La consonne voisée [g] est produite comme un son proche à la

production d'une semi-consonne [j]. En postop3, une récupération est observée. Cependant cette récupération demeure insuffisante, puisque le patient ne parvient toujours pas à atteindre la cible articulatoire adéquate pour la réalisation d'une occlusive non-voisée.

Conclusion chapitre VII

Nous avons étudié dans ce chapitre les diverses modifications spatio-temporelles lors de la production de la parole de dix patients ayant subi différentes résections, suite à la présence d'un carcinome épidermoïde lingual ou pelvi-lingual, associée ou pas à d'autres organes. Nous avons suivi ces patients sur une période de 6 mois (une étude longitudinale), et nous les avons enregistrés à plusieurs prises (en préop : la veille de l'intervention ; en postop1 : entre un et un mois et demi ; en Postop2 : trois mois après l'intervention ; et enfin en Postop3 : six mois après l'intervention). Les résultats de la durée des paramètres mesurés relevés lors de la phase de production préopératoire sont comparables aux valeurs d'un locuteur de contrôle et celles attestées dans la littérature (*cf.* Sock et Benoit, 1986).

Pour ce faire, nous avons utilisé un corpus de séquences de type VCV, où la consonne était une des occlusives linguale [t, d, k, g], insérée dans deux environnements vocaliques. Ces séquences nous ont permis d'identifier et de quantifier les intervalles des segments vocaliques et consonantiques. Nous avons analysé principalement les paramètres temporels suivants : la durée de V1 et V2, la durée du VTT, le silence acoustique et le VOT pour les occlusives non-voisées, et la durée de l'occlusion ainsi que le VOT pour les pour les occlusives voisées. Nous avons émis plusieurs hypothèses, elles sont principalement liées aux possibles altérations pouvant affecter le timing des paramètres inter-et intra-segmentaux mesurés, au fil du temps, après glossectomie.

En effet, nous avons supposé que les différentes résections subies par nos patients apporteraient des modifications au niveau inter- et intra-segmental, avec le temps et suite aux conséquences des diverses prises en charges chirurgicales et thérapeutiques. Les perturbations du timing se manifesteraient par un allongement des paramètres suivants : V1, le VTT, le Silence acoustique, l'occlusion, le VOT, V2 lors des différentes phases post-chirurgicales. Nous avons également supposé que les patients glossectomisés trouveraient plus d'aisance à produire des séquences VCV lors de la transition [C=>a] que [C=>i]. Enfin, nous nous attendions de voir une récupération avec le temps et la réhabilitation orthophonique qui devrait apparaître sous forme d'une « standardisation » des durées des paramètres mesurés, voire une récupération totale, avecdes valeurs de durée similaires à ou proches à celles relevées en Préop.

Les analyses de variance (ANOVA) multifactorielles révèlent des différences significatives quasiment pour toutes les variables étudiées pour les facteurs « temps », « chirurgie », « contexte vocalique » et « sonorité » avec une correction à $p<0,05$.

Globalement, l'intervalle de l'ensemble des paramètres mesurés ont été altérés. En effet, la glossectomie impact de façon significative la durée des segments vocaliques V1 et V2 dans les deux contextes consonantiques voisés ou non-voisés. Néanmoins, l'augmentation de la valeur de V1 est significativement plus importante dans le contexte des occlusives voisées par rapport aux occlusives non-voisées. La durée de V2 s'est montrée remarquablement plus longue que V1 également dans le contexte des occlusives voisées par rapport à leurs homologues non-voisées.

L'étude de la durée du paramètre VTT nous a permis d'observer des modifications significatives, plus ou moins importantes, en fonction du type d'exérèse et la phase d'enregistrement. Les valeurs du VTT sont très changeantes entre les différents sujets glossectomisés, et ce dans les deux contextes vocaliques et consonantiques.

Les modifications des valeurs du VTT sont considérablement plus prononcées après exérèse en Post-Op1 et après radiothérapie en Post-Op2.

Nous avons observé que les différentes exérèses carcinologiques modifient significativement la durée du silence acoustique. L'accroissement de la durée du silence acoustique est remarquable pour les deux occlusives non-voisées [t] et [k] et cela dans les deux contextes [i-a] et [a-i]. Concernant les consonnes voisées [d] et [g], la durée de l'occlusion s'est trouvée perturbée après glossectomie pour ces deux occlusives voisées, tant dans le contexte [i-a] que dans le contexte [a-i]. Cette perturbation de la durée de l'occlusion est plus marquée en Post-Op1 et 2.

En ce qui concerne le VOT, nous avons observé deux tendances principales qui consistent en un accroissement plus proéminent de la durée du VOT pour les occlusives non- voisées par rapport au VOT de leurs homologues voisées. Le VOT des occlusives voisées tend à augmenter pour certains patients, alors que pour d'autres patients le VOT tend plutôt à se réduire en Post-Op1. Nous avons relevé plus d'altérations pour la durée du VOT dans le contexte [a-i] que dans le contexte [i-a] ; cette constatation nous indique qu'il est possible que le problème se pose au niveau de la transition [C=> i], puisque cette dernière demande un certain contrôle plus précis et visiblement qui pose plus de problème à nos patients glossectomisés que la transition [C=> a].

Une variabilité inter- et intra-individuelle est marquante au niveau de l'ensemble des paramètres mesurés. Les écart types sont généralement plus élevés en Post-Op1 et 2. Une diminution et une stabilisation des écarts types est relevé en Post-Op3.

Résumé chapitre VIII

Dans ce chapitre, nous étudions les caractéristiques spectrales des constrictives [s, ʃ, z, ʒ] chez des patients ayant subi différentes ablations linguales. Nous nous sommes focalisée dans cette étude sur une mesure spectrale principale, à savoir le COG (*Centre Of Gravity*) du bruit de friction des constrictives investiguées.

La détection et la mesure de ce dernier nous a été utile pour le calcul d'un indice de mesure consonantique qui représente bien l'aptitude d'un patient à placer ses articulateurs de manière adéquate dans la cavité buccale.

L'application de cette mesure part du principe que les exérèses carcinologiques de la cavité buccale entraineraient une désorganisation et une confusion articulatoire entre les constrictives [s] et [ʃ], [z] et [ʒ]. En plus des oppositions consonantiques, nous avons rajouté deux contextes vocaliques à notre expérimentation. Il est donc question de relever les perturbations et les réajustements à travers les phases d'enregistrements et de voir si le contraste entre les constrictives [s] et [ʃ], [z] et[ʒ] est maintenu selon les deux environnements vocaliques [i-a], [a-i] choisis. 12 logatomes ont été analysés pour cette expérience.

Nous nous référerons, lors de nos analyses, à des résultats d'analyse de variance à mesures répétées pour vérifier les éventuels effets significatifs. Notons que nos analyses statiques ont été menées sur deux groupes de patients ayant subi deux types d'ablation : un groupe de patients pelvi-glossectomisés et un autre groupe de patient partiellement glossectomisés.

Chapitre VIII : Étude du contraste entre les fricatives [s] et [ʃ], [z] et [ʒ] dans le contexte vocalique [i-a], [a-i]

VIII.0. Introduction

Dans ce chapitre nous analysons les traits caractéristiques de la production de la parole, particulièrement au niveau fréquentiel, à travers la mesure du paramètre COG qui procure des renseignements sur la moyenne de distribution des fréquences du spectre, chez des patients ayant subi une résection partielle ou plus ou moins étendue au niveau de la cavité orale, et ce en fonction du site de la tumeur, la taille de la lésion et des traitements post-opératoires. Il s'agit ici d'estimer les effets d'une glossectomie partielle ou sub-totale sur la distribution spectrale et le maintien du contraste lors de l'articulation entre les fricatives [s] *vs.* [ʃ], [z] *vs.* [ʒ], à partir d'un corpus composé de séquences de type VCV.

Notre démarche se veut articulatori-acoustique. Pour ce faire, nous analysons l'indice spectral (COG). À partir de l'analyse d'un signal acoustique temporel, nous nous focalisons dans cette expérience sur les perturbations qui peuvent affecter le niveau spectral, suite à une résection d'un carcinome épidermoïde lingual. Nous avons mené cette analyse à partir de la mesure du centre de gravité (COG) des constrictives [s, ʃ, z, ʒ].

Notre étude se veut longitudinale puisque la production de la parole des patients est collectée lors de plusieurs phases pré et post-traitements (Préop, Post-Op1, Post-Op2 et Post-Op3), cette démarche devant nous permettre d'analyser l'évolution des perturbations et des réajustements au niveau spectral, après une exérèse ligule. Rappelons que suivant la taille de l'exérèse, le site de la tumeur et le type de reconstruction, les patients glossectomisés trouvent des difficultés à conserver le contraste lors de la production des fricatives, et particulièrement les fricatives linguales [s, ʃ, z, ʒ] (*cf.* Chapitre V). En effet, lors de la réalisation des constrictives, la langue et les organes phonatoires adoptent une configuration particulière. La production des

constructives [ʃ, ʒ] se réalise avec la formation d'un chenal plus en arrière associée à un geste de protrusion labial, par rapport aux constrictives [s, z] afin de préserver le contraste. Ceci dit, après une ablation partielle ou totale de la langue et la reconstruction et les traitements adjuvants, la distinction entre [s] et [ʃ], [z] et [ʒ] chez certains patients est proportionnellement entravée puisque la réalisation des constrictives demandent plus de précession dans le contrôle qui pourrait être complexe, et très problématique suite à la pathologie et son impact sur la production de la parole.

L'atteinte de la cible articulatoire n'est pas toujours possible, les patients glossectomisés ayant tendance à développer des stratégies de compensation ou de réajustements suite aux nouvelles configurations de la cavité orale provoquée par l'exérèse et les prises en charges post-chirurgicales. Les stratégies de compensation demeurent individuelles et se manifestent au niveau des modifications des valeurs fréquentielles du centre de gravité des constrictives, sujet de la présente étude. Une amélioration au niveau la production de la parole serait donc discernable au cours du temps et la rééducation orthophonique pour certains de nos patients.

VIII.1. Participants

Cette investigation est réalisée à partir de dix patients dont la production de la parole a été enregistrée dans différents établissements hospitaliers localisés en Alsace, et parfois en cabinet d'orthophonie. Il s'agit des mêmes participants présentés lors de la précédente expérience, à savoir trois femmes (ZIM, PETR et HACH), et sept hommes (SIB, SOM et GLAD, JCT, BIRL, ANT et ROJ). Ces patients ont subi différentes résections linguales partielles ou étendues, suivies ou pas de reconstructions (*cf.* Tableau 9*, chapitre V*). La procédure d'enregistrement des patients est la même que celle mentionnée lors de la précédente expérience (*cf.* Chapitre VII).

VIII.1.1. Corpus

Le corpus utilisé dans cette expérience est composé de huit logatomes (ou séquences VCV). Les logatomes sont créés comme suit : si V1 = [i] alors V2 = [a] et *vice versa*. La consonne est l'une des 4 constrictives du français [s, ʃ, z, ʒ]. Ces consonnes ont été choisies car elles offrent la possibilité d'observer le recul du lieu d'articulation et particulièrement de la masse de langue, de l'avant vers l'arrière de la cavité buccale. Elles permettent aussi d'évaluer la précision du geste

d'élévation laminale et apicale pour la réalisation de la constriction, que la consonne soit non-voisée ou voisée.

Les huit logatomes sont les suivants : [aʃi], [asi], [azi], [aʒi], [iʃa], [isa], [iza] et [iʒa].

Il s'agit pour les participants de prononcer chaque logatome qui leur est présenté. Le corpus a été prononcé aléatoirement entre 5 et 10 fois, selon les conditions physique et psychologique de chaque patient, tout en respectant son degré de fatigabilité.

VIII.1.2. Mesures

Les signaux acoustiques des productions vocaliques et consonantiques de chaque patient ont été étiquetés manuellement, en traitant conjointement le signal et le spectrogramme correspondant dans le but d'analyser ces segments vocaliques et consonantiques. En dehors de la durée des segments mesurés, nous nous sommes intéressée à la mesure du centre de gravité du bruit de friction de chaque fricative produite par les patients glossectomisés. Toutes les mesures ont été obtenues à l'aide du logiciel PRAAT (Boersma, 2001 & Weenink, 2016), *via* le script fricatif proposé par Gendrot. En effet, nous avons mesuré chaque séquence VCV, à savoir la fricative ainsi que son entourage vocalique, en se basant sur l'apparition et la disparition de la structure formantique clairement définie de la voyelle. Nous avons, par la suite, classé les valeurs obtenues dans des tableaux, où les moyennes et les écarts-types ont été calculés.

En ce qui concerne le calcul du centre de gravité (COG), nous avons fixé une limite maximale des mesures du bruit de friction à la fréquence de 10000Hz, par précaution et dans le but de prendre en considération l'éventuelle présence de pics intenses pour les fricatives prédorso-alvéolaires le [s] et le [z]. Pour les autres fricatives apico-postalvéolaires, [ʃ] et [ʒ] l'énergie du spectre est assez faible dans les fréquences supérieures à 10000 Hz.

Enfin, nous avons effectué des analyses pour ces huit fricatives situées en position intervocalique et répétées entre 5 et 10 fois par les dix patient glossectomisés. Nous aboutissons ainsi à :

4fricatives **X** 2 contextes vocaliques **X 5** répétitions **X** 10 patients **X** 4 phases d'enregistrements pour 7 d'entre eux = 2795 occurrences. Trois patients n'ont pas pu réaliser complètement la tâche qui avait été requise.

Pour chaque logatome VCV, nous avons mesuré les durées :

- de la première voyelle (V1) ;
- de la consonne intervocalique (C) ;

-de la seconde voyelle (V2) ;

-la durée absolue de la voyelle a été mesurée entre le VVO et le VVT, c'est-à-dire entre le début et la fin de la structure formantique clairement définie ;

-le centre de gravité spectral du bruit de friction (COG).

Nous nous sommes intéressée dans un premier temps aux valeurs du COG des constrictives [s, ʃ, z, ʒ]. Le COG nous a servi pour calculer l'indice de la mesure consonantique utilisé dans les travaux de Acher *et al.,* (2014) qui consiste en une mesure représentative d'aptitude générale du patient à placer avec « exactitude » ses articulateurs dans la cavité buccale. Cela devrait nous permettre de mieux comprendre les stratégies de compensation mises en place par les locuteurs patients. Cela correspond mathématiquement à la formule suivante :

$$MC\ (Hz) = \ \mathrm{COG}\ [\mathrm{s}] - \ \mathrm{COG}\ [\int] * \frac{(\mathrm{COG}\ [\mathrm{s}] + \mathrm{COG}\ [\int])}{2}$$

$$MC\ (Hz) = \ \mathrm{COG}\ [\mathrm{z}] - \ \mathrm{COG}\ [\mathrm{ʒ}] * \frac{(\mathrm{COG}\ [\mathrm{z}] + \mathrm{COG}\ [\mathrm{ʒ}])}{2}$$

La formule de mesure consonantique correspond à l'écart entre les moyennes du COG des deux constrictives[s] et [ʃ]multiplié par la moyenne des deux segments consonantiques, divisée par 2.

Nous avons appliqué la même formule pour le calcul de la mesure consonantique des constrictives [z] et [ʒ].

VIII.1.3. Analyse des données

L'analyse des consonnes constrictives de cette étude est présentée sous forme de graphiques afin de bien rendre compte de la différence entre les participants.

Des analyses statistiques ont été conduites en appliquant le model linéaire sous le logiciel R (fonction lm), pour les données retenues pour cette analyse à savoir : le COG des constrictives[s] et [ʃ], [z] et [ʒ], ainsi que la mesure consonantique dans deux contextes vocaliques différents [i-a] vs. [a-i].

L'analyse acoustique des consonnes fricatives repose sur la segmentation et l'étiquetage manuel du signal acoustique. L'étiquetage marque 3 moments spectraux, à savoir : V1 + fricative + V2.

Cet étiquetage repère 3 évènements temporels spécifiques décrits ci-dessous (*cf.* Figure 57) :

- La fin de la voyelle précédant la fricative (V1) ;

- Le début du bruit de friction pour les fricatives étudiées (qui coïncide avec la fin de V1) ;

- la fin du bruit de friction de la consonne (qui coïncide avec le début de V2).

Notons que le paramètre COG offre des indications sur les moyennes de distribution fréquentielle du spectre. Plus on va vers l'arrière du conduit vocal, plus le COG est élevé ; tel est le cas des segments antérieurs (Acher *et al.*, 2014)

Trois durées ont été relevées en se basant sur les trois évènements : V1, Frct et V2 (*cf.* Figure 57).

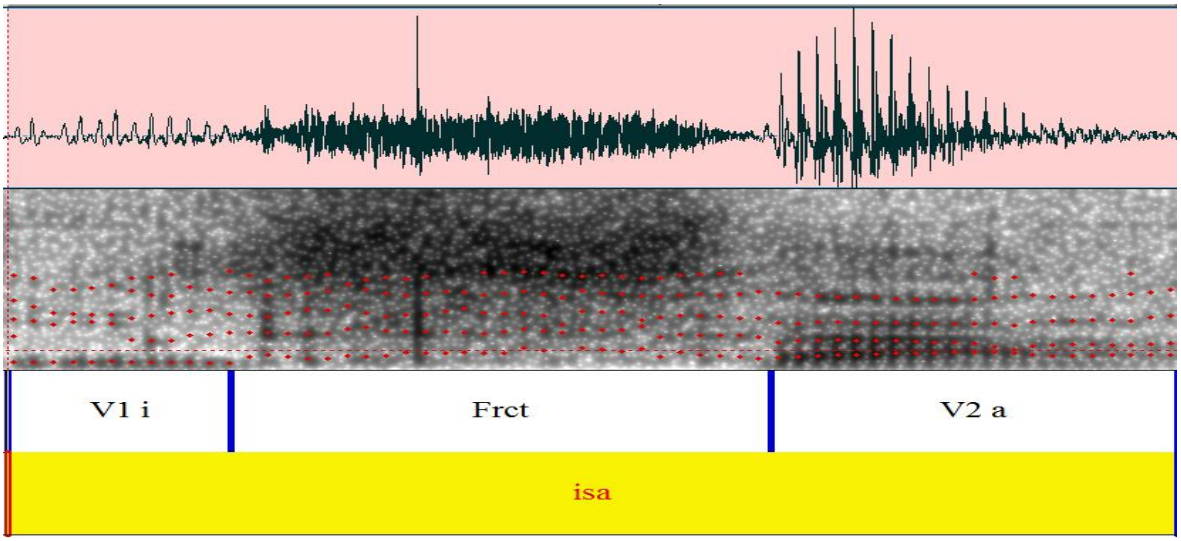


Figure 57 : exemple de segmentation de la séquence [isa]

VIII.2. Hypothèses

-Selon les résultats des travaux attestés dans la littérature (Acher *et al,* 2014), nous avons supposé qu'il y'aurait une perturbation qui se manifeste au niveau de la différenciation entre les consonnes [s] et [ʃ], [z] et [ʒ], et cela suite à la diminution de la précision de l'articulation après les différentes exérèses subies par chaque patient.

-Nous nous attendons à une postériorisation de l'articulation des sons antérieurs due à la diminution de la mobilité linguale pour certains de nos patients, et à la perte de cette mobilité pour d'autres. Cela se présenterait sous forme d'une diminution des valeurs du COG (*Centre Of Gravity* ou centre de gravité) en Post-Op1 et probablement en Post-Op2, suite à la raideur de la langue après radiothérapie.

-Nous pensons que le contexte vocalique affecterait plus ou moins le contraste entre les consonnes [s] et [ʃ], [z] et, [ʒ]. Nous imaginons que selon l'exérèse subie par chaque patient, que ces derniers trouveraient plus d'aisance à réaliser les consonnes fricatives citées *supra* dans un contexte plus qu'un autre. En effet, la transition fricative =>a, peut-être plus « simple » à réaliser que la transition fricative => i de manière générale.

VIII.3 Résultats

Nous exposons, ci-dessous, les résultats de l'analyse des données spectrales des consonnes [s] et [ʃ], [z] et, [ʒ]. Nous présentons dans un premier temps les résultats du paramètre mesuré COG (*Centre Of Gravity*)

VIII.3.1 COG

En ce qui concerne les résultats de mesure du COG des constrictive [s] et [ʃ], [z] et, [ʒ] dans deux contextes vocaliques [i-a] et [a-i] qui ont servi par la suite dans le calcul de la mesure consonantique, nous présentons *infra* les résultats de l'analyse statistique.

Notons que les résultats des données brutes de la mesure du COG de tous les patients sont regroupés (*cf.* Annexe partie 3)

Pour le paramètre spectral du COG, nous avons conduit des analyses statistiques à partir des données de 7 patients. Rappelons que les 3 autres patients n'avaient pas accompli toutes les phases d'enregistrements post-opératoires, raison pour laquelle nous n'avons pu mener notre analyse statistique qu'à partir d'une cohorte de 7 patients.

Les analyses statistiques présentées ci-dessous ont été conduites, à partir des données de 7 patients ayant accompli les 4 phases d'enregistrements. Les résultats de l'analyse statistique effectués sur la variable « COG » des constrictives [s] et [ʃ], [z] et [ʒ], dans les deux environnements vocaliques [i-a] et [a-i], pour les deux facteurs *temps* (phases d'enregistrement) et le *contexte vocalique* étudiés révèlent qu'il existe des effets significatifs du facteur temps ou phases d'enregistrements mais pas d'effets significatifs du facteur contexte vocalique sur la variable COG.

La démarche statistique que nous avons adoptée est la suivante :

Nous avons appliqué le test *Shapiro-Wilk normality* dans le but de voir si la distribution de nos données se comporte normalement.

À partir des résultats de l'application du *Bartlett test*, il était possible de constater que les variances analysées sont constantes, ce qui nous a permis d'appliquer directement l'ANOVA –

Modèle linéaire, complété par le test Post-Hoc de *Tukey* (valeurs de P corrigées à 0,05). Les résultats de l'analyse ANOVA montrent un effet significatif du facteur phases d'enregistrement « temps » sur la variable COG des deux constrictives [s] et [z]. Cela correspond respectivement pour le COG de [s] à (F(3)= 7,2589 ; p< 0,0005335), pour le COG de [z] à (F(3)= 12,4520 ; p< 6,838e-06), mais nous n'avons pas identifié d'effet significatif du facteur « contexte vocalique » ni pour le COG du [s] ni pour le COG du [z] (F(1)= 0,1644 ; p< 0,6873404), (F(1)= 3,4124 ; p< 0,07212). Le test Post-Hoc de *Tukey* montre que la différence de la variable COG est significative pour la constrictive [s] entre les phases (Préop et Post-Op1 p= 0,0012747), (Préop et Post-Op2 p= 0,0013728) et (Préop et Post-Op3 p= 0,0281606). En ce qui concerne la constrictive [z], le test Post-Hoc indique également une différence significative entre les phases (Préop et Post-Op1 p= 0,0000104), (Préop et Post-Op2 p= 0,0001051) et (Préop et Post-Op3 p= 0,0013845).

Pour le COG des constrictives [ʃ] et [ʒ], les résultats des effets du « temps » et du « contexte vocalique » n'indiquent pas de différences significatives. Cependant, l'ANOVA présente des interactions significatives entre « le contexte » et le « type de chirurgie » à (F (3) = 3,8800, p<0,055818) pour le COG de [ʃ].

VIII.3.2 Mesure consonantique MC

Nous donnons, ci-dessous, les résultats de la mesure consonantique MC de [s] et [ʃ], [z] et [ʒ] dans les deux différents contextes vocaliques [i-a] et [a-i]. Rappelons que cette mesure a été choisie puisqu'elle rend compte de la capacité générale du patient à ajuster ses articulateurs au niveau de la cavité buccale de façon plus ou moins appropriée. En effet, cette mesure part du principe que les exérèses de la cavité buccale subies altèreraient les consonnes constrictives, et de ce fait il y aurait une perturbation et une confusion au niveau articulatoire entre les consonnes constrictives [s] et [ʃ], [z] et [ʒ]. Globalement, les consonnes constrictives [s] et [ʃ] seront probablement réalisées dans une zone d'articulation similaire, là où le patient trouve plus d'aisance et de facilité à positionner sa langue au niveau de la cavité buccale. Il en va de même pour les constrictives [z] et [ʒ]. Plus les valeurs de la mesure consonantique seront proches de 0, plus cette la pathologie sera sévère.

Mesure consonantique des constrictives [s] et [ʃ] dans le contexte vocalique [i-a] et [a-i]

Nous pouvons voir dans la (*cf.* Figure 58) les résultats de la mesure consonantique pour [s] et [ʃ] dans l'environnement vocalique [i-a]de tous les patients sujets de notre étude.

En effet, en regardant de près la (*cf.* Figure 58), nous avons constaté que tous les résultats de la MC de tous les patients sont plus élevés en Préop, où la plus grande valeur de MC dépasse les 8 kHz (HACH) et la plus basse valeur est relevée à moins de 2 KHz chez le patient (JCT). Les résultats des valeurs de la MC des autres patients (*cf.* Figure 58) se situent entre l'intervalle des patients (HACH et JCT). Après l'intervention, lors de la phase post-Op1, nous avons constaté une importante baisse des valeurs de la MC. Cette diminution de la MC atteint même des valeurs négatives pour le patient (JCT). Pour les autres patients, la valeur minimale est de 0.45 kHz, 0.46 kHz, 0.96 kHz pour les patients (PETRS, ANT et ZIM) et de 5.39 kHz, 4.57 kHz, 3.18 kHz, 2.36, 1.44 kHz pour les patients (ROJ, SIB, HACH, BIRL, GLAD et SOM) respectivement. En Post-Op2, nous avons observé que les valeurs de la MC continuent à baisser pour les patients (SIB, GLAD, PETRS et ZIM), contrairement aux patients (JCT, SOM et BIRL) pour qui les valeurs de de la MC se stabilisent ou grimpent légèrement. En Post-Op3, à l'exception du patient SIB, les valeurs de la MC augmentent en fonction de l'exérèse pour tous les patients, sans pour autant atteindre les valeurs relevées initialement en Préop.

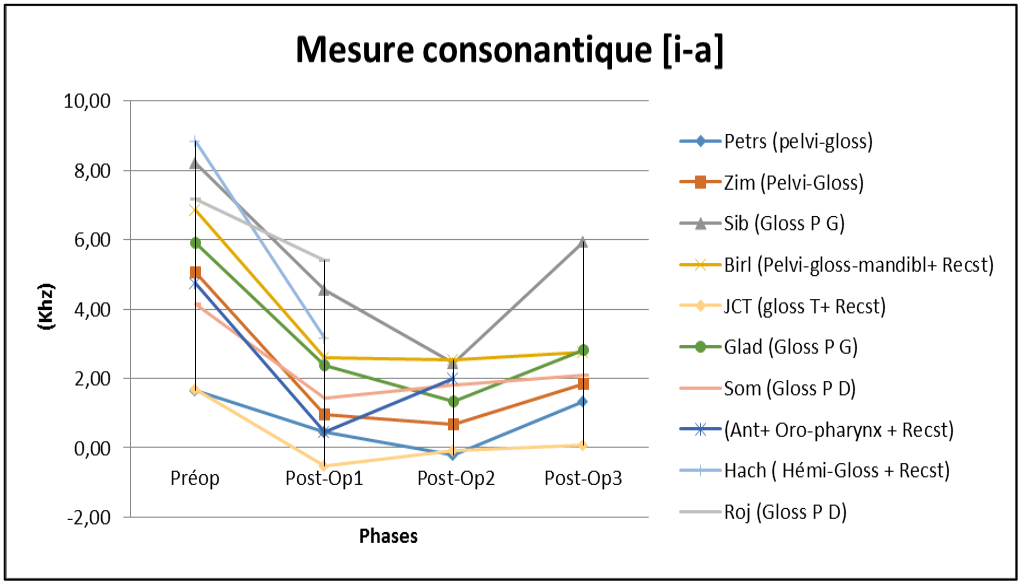


Figure 58 : représentation des valeurs de la mesure consonantique MC de [s] et [ʃ] dans le contexte [i-a]

En ce qui concerne les résultats de la mesure consonantique de [s]et [ʃ] dans l'environnement vocalique [a-i] (*cf.* **Figure 59**) en Préop, nous avons relevé des valeurs qui se situent entre 9 kHz et 1, 75 kHz qui correspondent respectivement aux patients (ZIM et JCT). Les valeurs de la MC des autres patients se trouvent entre l'intervalle des deux patients cités *supra*. En Post-Op1, les valeurs de la Mc diminuent pour tous les patients, à l'exception du patient GLAD pour qui

la MC augmente. Les valeurs minimales relevée de la MC est de (-0,08 kHz), 0,23 kHz, 0,54 kHz, 1,24 kHz, 2,19 kHz, 2,75 kHz, 2,91 kHz 3,33 kHz pour les patients (JCT, PETRS, GLAD, ROJ, ANT, ZIM, SIB et BIRL) respectivement. En Post-Op2, nous avons observé une importante augmentation des valeurs de la MC pour les patients SIB, ZIM, GLAD qui correspond respectivement à 6,83 kHz, 4,91 kHz, 1,42 kHz. Pour ces patients, les valeurs continuent à diminuer et la valeur minimale relevée est de (-0,10) kHz pour la patiente PETRS. En Post-Op3, nous avons constaté que les valeurs de la Mc se stabilisent (SIB) ou augmentent (JCT, PETRS, BIRL et SOM) sans atteindre les valeurs relevées en Préop. Ce constat est vrai pour tous, à l'exception de la patiente ZIM pour qui les valeurs de la MC diminuent et rejoignent les valeurs relevées précédemment en Post-Op1.

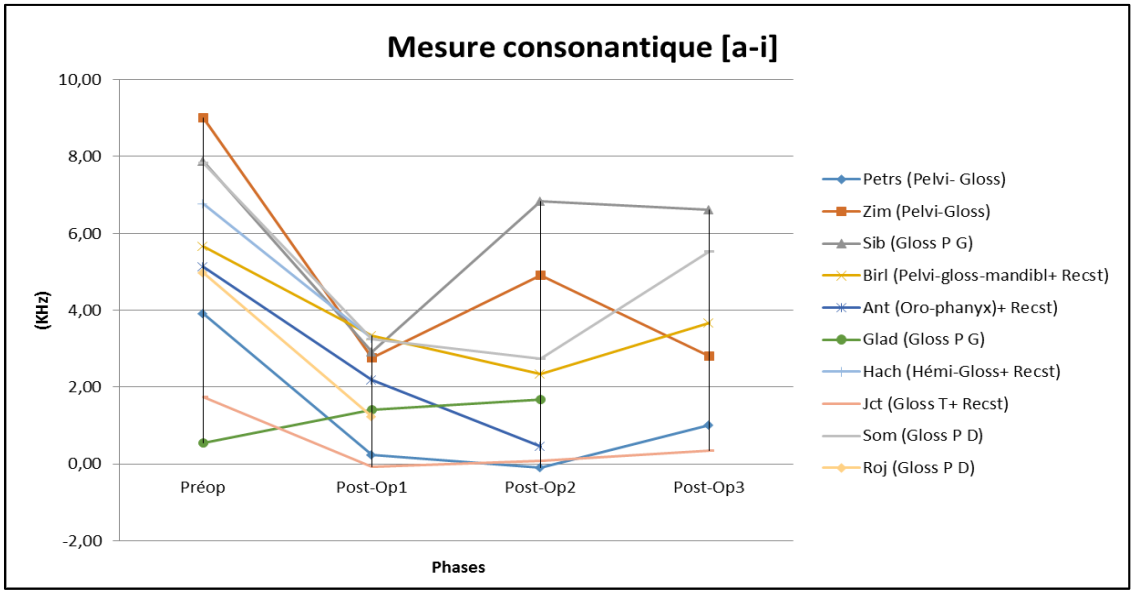


Figure 59 : représentation des valeurs de la mesure consonantique MC de [s] et [ʃ] dans le contexte [a-i]

La Figure 60 représente les résultats de l'indice de mesure consonantique de [z] et [ʒ] dans le contexte vocalique [i-a]. En effet, nous avons observé qu'en Préop, les valeurs sont d'environ 3kHz et 0,50kHz pour les patients (BIRL et JCT) ; ces valeurs reflètent la valeur maximale et minimale de la MC respectivement. Pour les autres patients, les valeurs de la MC se trouvent dans l'intervalle des valeurs des deux patients cités précédemment. En Post-Op1, le même scénario qu'on a observé pour la MC des constrictives [s] et [ʃ] se reproduit globalement. Ce dernier consiste en une diminution des valeurs de la MC chez tous les patients. La seule différence est que dans le contexte des constrictives [z] et [ʒ], nous avons constaté une baisse assez importante pour les trois patients (JCT, ZIM et GLAD) qui atteint des valeurs négatives et qui correspondent respectivement à -0,89

kHz, -1,09 kHz, -0,98 kHz. En ce qui concerne les autres patients, les valeurs de la MC baissent mais se rapprochent de plus en plus de zéro. Pour les patients (PETR et ANT), ainsi que (SIB et SOM), les valeurs sont très proches et coïncident respectivement à (0,07 kHz et 0,03 kHz), et (0,44 kHz et 0,46 kHz). Nous avons relevé une augmentation de la MC à 1.06 pour la patiente HACH. Pour les patients (ROJ et BIRL), nous avons perçu des valeurs à 0,18 kHz et 0,70 kHz. En Post-Op2, les tendances divergent entre augmentation des valeurs de la (MC) ; c'est le cas des patients (JCT, ZIM et GLAD), et stabilisation de celle -ci ; c'est le cas des patients (ANT et SIB). Chez les patients (BIRL et SOM), les valeurs de la MC continuent à baisser. En Post-Op3, nous avons constaté une stabilisation et une diminution pour certains de nos patients, puis une augmentation pour d'autres (*cf.* Figure 60).

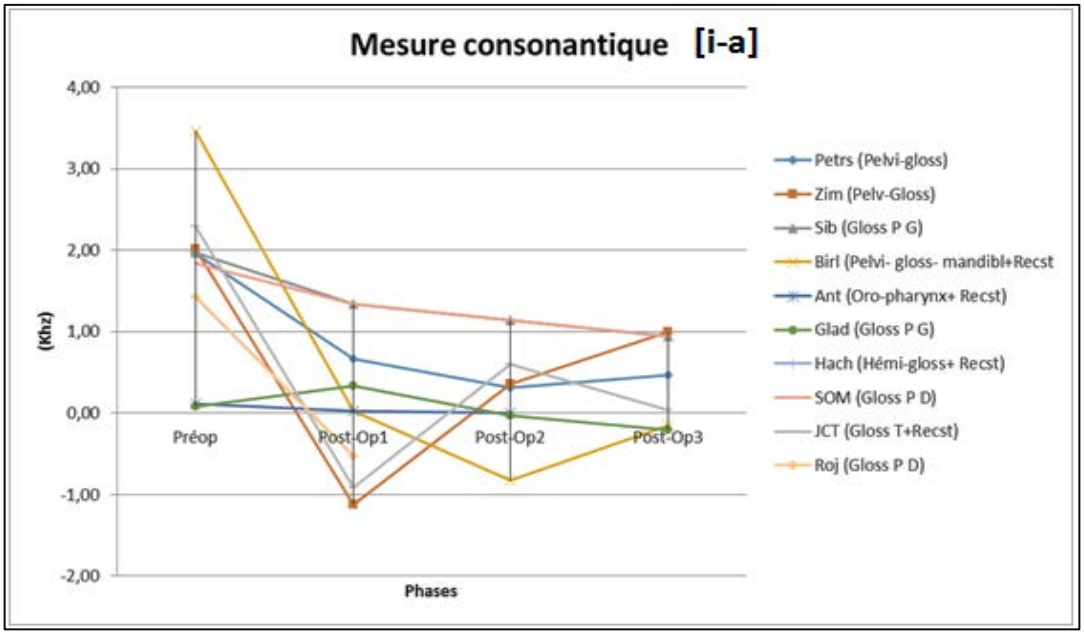


Figure 60 : représentation des valeurs de la mesure consonantique MC de [z] et [ʒ] dans le contexte [a-i]

Nous présentons ci-dessous (*cf.* Figure 61) les résultats de l'analyse des valeurs de la mesure consonantique des constrictives [z] et [ʒ] dans le contexte [a-i]. En regardant de près la **Figure 61**, nous avons remarqué qu'on Préop, les valeurs de la mesure consonantique ce comporte de la même façon que celles observées dans l'environnement vocalique [i-a]. En Post-Op1, les valeurs de la MC diminuent pratiquement pour tous les patients, excepté le patient GLAD pour qui la MC augmente. Notons que la diminution des valeurs de la MC est plus prononcée pour les patients (ZIM, BIRL, JCT et ROJ) par rapport aux autres patients.

Lors du Post-Op2 et après les traitements complémentaires, nous avons constaté une diminution des valeurs de la MC pour les patients (SOM, PETR et GLAD), une stabilisation pour le patient (ANT), puis une importante augmentation pour les patients (BIRl, JCT et ZIM). En Post-Op3, les valeurs de la MC continuent à augmenter pour les patients (ZIM, BIRL et PETR) sans atteindre les valeurs initialement relevées en Préop. Les valeurs de la MC diminuent pour les patients (SOM, GLAD et JCT) (*cf.* Figure 61).

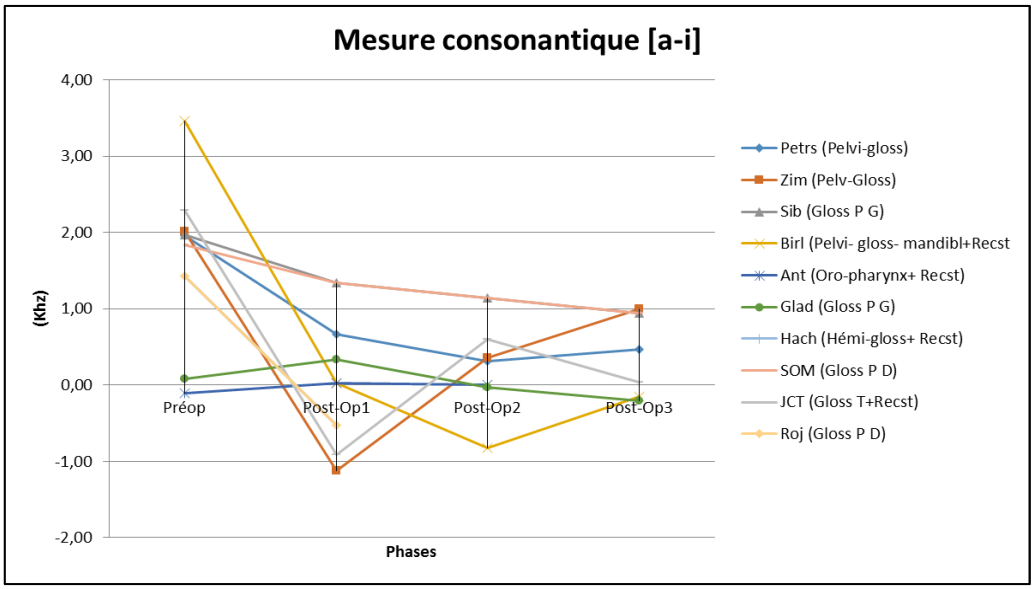


Figure 61 : Représentation des valeurs de la mesure consonantique MC de [z] et [ʒ] dans le contexte [a-i]

VIII.3.3 Analyse statistique de la mesure consonantique

Les analyses statistiques présentées ci-dessous ont été conduites à partir des données de 7 patients ayant accompli les 4 phases d'enregistrements. Les résultats de l'analyse statistique effectués sur la variable « mesure consonantique », montrent qu'il existe des effets significatifs des deux facteurs phases d'enregistrement « temps » et « le contexte vocalique ». Nous avons vérifié dans un premier temps, si nos données répondaient à la distribution normale en appliquant le *Shapiro-Wilk normality test*. Sur la base du *Bartlett test*, il était possible de constater la constance des variances analysées, nous avons procédé directement à l'application de l'ANOVA-Modèle linéaire, complété par le Post-Hoc test de Tukey (P-values corrigées à 0,05). Les résultats de l'ANOVA montrent un effet significatif du facteur phases d'enregistrement « temps » ($F(3) = 9{,}0535$; $p<0{,}0001066$) mais pas d'effet significatif du « contexte vocalique » : ($F(1) = 2{,}1754$; $p<0{,}1480573$). Dans cette analyse nous avons également considéré les interactions entre la mesure

consonantique et les deux groupes de patients (glossectomisés et pelvi-glossectomisés). Cette dernière s'est révélée significative (F (1) = 10,5815 ; p< 0,0023244). Le Post-Hoc test de Tukey indique que la différence de la variable MC est significative (p<0.05) entre les phases (Préop et Post-Op1 p= 0,0002455), (Préop et Post-Op2 p=0,0004276) et (Préop et Post-Op3 p=0,0105286).
Nous pouvons voir à travers l'analyse qualitative qu'il existerait une altération et une diminution significative des aptitudes des patients au niveau de la réalisation des constrictives [s] et [ʃ], lors des phases Preop~Post-Op1* Post-Op2* Post-Op3, et cela malgré la légère amélioration observée entre un mois et 6 mois, qui reste tout de même non-significative (*cf.* Figure 62).

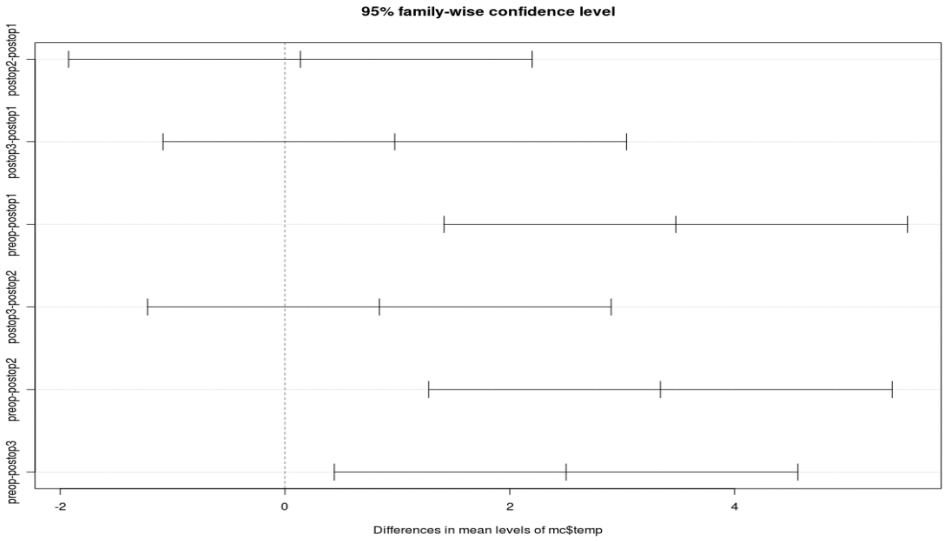


Figure 62 : Représentation graphique des résultats du test Post-Hoc de Tukey pour la mesure consonantique MC de [s]et [ʃ]

Comme nous l'avons précisé précédemment, les analyses statistiques présentées ci-dessous ont également été conduites à partir des données de 7 patients ayant accompli la tâche des 4 phases d'enregistrements. Ce groupe des 7 même patients ont été encore subdivisé en deux groupes : le groupe des patients glossectomisés et celui des pelvi-glossectomisés La même procédure d'analyse statistique appliquée précédemment à la variable mesure consonantique des consonnes [s] et [ʃ] a été reproduite pour la MC des constrictives [z] et [ʒ]. Les résultats démontrent qu'il existerait des effets significatifs des deux facteurs phases d'enregistrement « temps » pour la variable mesure consonantique. Les résultats de l'ANOVA montrent un effet significatif du facteur phases d'enregistrement « temps » (F (3) = 15,7307 ; p<6,57E-07). Cependant nous n'avons pas relevé d'effet significatif du contexte vocalique sur la mesure consonantique : (F (1) = 3,1466 ; p<0,0837). Le Post-Hoc test de Tukey indique que la différence de la variable MC est

significative (p<0,05) entre les phases (Préop et Post-Op1 p= 0,0000013), (Préop et Post-Op2 p=0,0000318) et (Préop et Post-Op3 p=0,0000534). Le même scénario se reproduit pour les conclusions de l'analyse qualitative qui consiste en une baisse significative des capacités articulatoires des patients pour la réalisation des constrictives [z] et [ʒ], lors des phases Preop~Post-Op1* Post-Op2* Post-Op3, et cela même avec le réajustement non significatif relevé en Post-Op3 (*cf.* Figure 63).

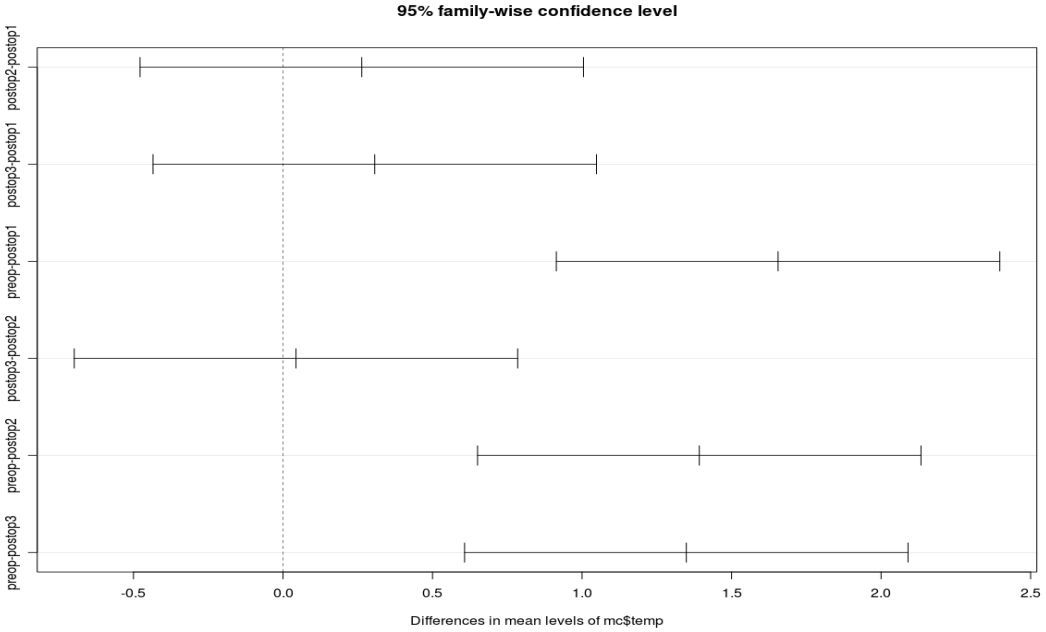


Figure 63 : Représentation graphique des résultats du test Post-Hoc de Tukey pour la mesure consonantique de [z] et [ʒ]

Conclusion chapitre VIII

Nous avons étudié dans ce chapitre le centre de gravité (COG), ainsi que la mesure consonantique (MC) des constrictives du français [ʃ], [z], [s], [ʒ], dans les deux contextes vocaliques [i-a] et [a-i], chez 10 patients glossectomisés. Nous avons présenté *supra* une analyse statistique des valeurs du centre de gravité (COG) et de la mesure consonantique (MC) de 7 patients ayant accompli toutes les phases d'enregistrement post-opératoires. Les résultats de l'analyse ANOVA à mesure répétées se sont révélés significatifs pour la variable COG et MC. En effet, seul le facteur phase d'enregistrement « temps » avait un effet significatif, et cela uniquement pour le COG des constrictives [s] et [z]. Ni le « contexte vocalique » ni l'interaction temps/contexte vocalique n'indiquaient d'effet significatif. Le Post-Hoc test de Tukey montre que la différence de la variable COG est significative pour la constrictive [s] entre les phases (Préop et Post-Op1, (Préop et Post-Op2) et (Préop et Post-Op3). Pour la constrictive [z], une différence significative a été également relevée entre les phases (Préop et Post-Op1), (Préop et Post-Op2) et (Préop et Post-Op3).

Pour le COG des constrictives [ʃ] et [ʒ], les résultats des effets du temps et du contexte vocalique n'indiquent pas de différences significatives. L'analyse qualitative des résultats des valeurs de la mesure consonantique a montré qu'il existerait une altération et une diminution significative des aptitudes des patients au niveau de la réalisation des constrictives [s] et [ʃ], [z]et [ʒ], lors des phases Preop~Post-Op1* Post-Op2* Post-Op3, et cela malgré la légère amélioration constatée entre un mois et 6 mois, qui néanmoins reste non-significative. Les résultats de l'analyse statistique de la mesure consonantique pour les constrictives [s] et [ʃ], [z] et [ʒ] présentent des différences significatives, entre les phases Preop~Post-Op1* Post-Op2* Post-Op3.

Résumé chapitre IX

Ce chapitre consiste en une analyse des réponses recueillies auprès des patients glossectomisés après la passation du questionnaire d'auto-évaluation de la parole et du ressenti (*Speech Handicap Index* ou SHI) de (Rinkel & coll,.2008), traduit en français par Degroote *et al.* (2012) et adapté du VHI (*Voice Handicap Index* de Jacobson *et al.*, 1997). Le SHI est un outil d'évaluation du degré du handicap provoqué par les troubles de la parole.

Il est constitué d'une échelle d'auto–évaluation cotée sur 120 points et comporte 30 items. Ce questionnaire comporte deux sous échelles dont une consacré à l'aspect Psycho-sociale(Ps) et l'autre à l'aspect Parole (s). L'objectif d'évaluer le handicap d'un patient glossectomisé est de mieux comprendre les dysfonctionnements pour une meilleure prise en charge.

Nous avons calculé à partir des phases de passation pré et post-chirurgicales les réponses collectées auprès de chaque patient. Une analyse statistique est présenté afin de rendre compte de la sévérité du handicap entre les phases de passations du questionnaire d'auto évaluation de la parole et du ressenti.

Chapitre IX : Étude de l'auto-évaluation de la qualité de parole (SHI) après glossectomie partielle ou totale

IX.0. Introduction

Rappelons que ce travail s'insère dans le cadre général des *perturbations* et des *réajustements* (Sock, 1998 ; Vaxelaire, 2006 ;) en production et en perception de la parole, et dans celui du cadre spécifique des problématiques liées aux chirurgies de la cavité orale, et plus précisément des chirurgies de la langue. Cette opération peut générer de fortes dépréciations des trois fonctions de base de la vie humaine, à savoir mastiquer, avaler, mais également des difficultés durables au niveau de la production-perception de la parole. On constate aussi des séquelles sur le plan psychosocial, et de ce fait, la santé, la qualité de vie et la qualité de la parole des patients s'en trouvent remarquablement altérées.

Les interventions chirurgicales de la cavité buccale engendrent des séquelles fonctionnelles souvent importantes et qui ont un impact direct sur le plan psychosocial et de l'expression orale. L'exérèse réalisée affecte toujours la mobilité linguale. Évaluer les qualités perceptives en mesurant spécifiquement le handicap lié aux troubles de la parole permettrait de mieux comprendre, donc de mieux prendre en charge les patients concernés. Nous avons adopté une approche interdisciplinaire avec des analyses multiparamétriques élaborées par des cliniciens et des expérimentateurs. La production des patients ayant subi une ablation partielle ou totale de la langue a été enregistrée aux services O.R.L de différents établissements situés en Alsace.

Ce travail vise, à partir de la passation du dispositif d'auto-évaluation de la parole et du ressenti, le *Speech Handicap Index* (SHI), introduit dans le champ de la pratique clinique et expérimental, à tester la sensibilité de ce dispositif aux changements morphologiques provoqués par la glossectomie. Il s'agit d'évaluer la capacité de l'instrument à objectiver des variations perceptibles sur le plan subjectif, et d'observer spécifiquement dans notre cas l'évolution

spontanée de la maladie, ou les effets des traitements adjuvants, chez des patients ayant subi une exérèse carcinologique au niveau lingual.

IX .1. Procédure expérimentale

IX .1.1. Participants

Nous avons passé le questionnaire d'auto-évaluation de la qualité de parole et du ressenti SHI (*Speech Handicap Index*) auprès de dix patients dans trois établissements hospitaliers alsaciens. Il s'agit de trois femmes (ZIM, PETR et HACH), et de sept hommes (SIB, SOM, GLAD, JCT, BIRL, ANT et ROJ). Ces patients ont subi différentes ablations linguales, partielles ou subtotales (*cf.* Tableau 9).

IX.1.2. Outil d'auto-évaluation de la qualité de parole et du ressenti (SHI)

Le questionnaire utilisé pour auto-évaluer la qualité de la parole et le ressenti est le SHI (*Speech Handicap Index* de Rinkel *et al.* 2008), traduit en français par Degroote *et al.* (2012) et adapté du VHI (*Voice Handicap Index* de Jacobson *et al.*, 1997). Le VHI a été créé dans le but d'évaluer l'aspect « invalidant » qu'un trouble vocal peut entrainer sur la qualité de vie, et de mesurer les conséquences psychosociales des troubles vocaux.

La version du SHI (*cf.* Annexe partie 3) utilisée comporte 30 items. Ces items se regroupent en deux catégories liées aux aspects psychosociaux (Ps) et à la parole (S). L'échelle de cotation subjective est établie sur 5 points (0-4), 0 correspondant à « *jamais de gêne* », 1 à « *presque jamais gêné* », 2 à « parfois gêné », 3 à « *presque toujours gêné* » et 4 à « *toujours gêné* »). La passation du questionnaire d'auto-évaluation du ressenti (SHI) auprès des patients glossectomisés a eu lieu à différentes phases : *Préop*, soit avant l'opération, entre 1 mois et 1.5 mois après l'intervention chirurgicale (*Post-Op1*), à 3 mois et après tout traitements complémentaires (*Post-Op2*), à 6 mois (*Post-Op3*), etc.

Les sous-totaux obtenus à chaque phase ont été additionnés afin d'obtenir un score global sur 120. Plus le score est proche de 120, plus le handicap est élevé

IX.1.3. Mesures

En ce qui concerne les mesures, nous avons dans un premier temps calculé les scores totaux de la parole (S) et de l'aspect psychosocial (PS) de chaque patient. Par la suite, nous avons additionné les scores totaux Parole (S) et l'aspect Psychosocial (PS).

IX.1.4. Analyses des données

Nous avons réalisé une analyse subjective des variations perceptives des réponses recueillies auprès des sujets pathologiques, lors de la passation du questionnaire d'auto-évaluation de la qualité de parole et du ressenti (SHI), en comparaison aux réponses relevées auprès de ces mêmes sujets pathologiques, sur plusieurs phases pré et post-opératoires.

Pour l'analyse statistique, nous avons utilisé le Test de *Friedman* qui consiste à une alternative *non-paramétrique* à l'analyse de variance, afin de voir l'effet du facteur phase (sessions de passation du SHI) sur les variables Score total, parole (S), l'aspect psychosocial (Ps).

IX.2. Hypothèses

(1). Pour certains de nos patients, il est attendu une augmentation du score du handicap, due aux effets liés à la chirurgie et aux traitements complémentaires subis, à savoir la radiothérapie et la curiethérapie, lors des premières phases d'enregistrements post-opératoires 1 et 2.

(2). Étant donné que dans l'étude de Hamlet *et al.* (1990), la parole de patients souffrants d'un carcinome épidermoïde au niveau de la langue, classée T2 ou T3, a été jugée dans sa globalité normale, et que l'articulation sera préservée en phase Préopératoire, nous faisons l'hypothèse que le score du handicap et le score total au niveau de la perception de sa parole se situeraient entre 0 et 20, en phase Préopératoire.

(3). Nous pensons constater une récupération perceptive au niveau de la parole et du ressenti des patients, lors des dernières phases qui se manifesterait par une diminution du score, en rapport avec le délai opératoire et la rééducation orthophonique.

(4). Nous pensons que le facteur « sessions » de passation du (SHI) aurait un effet significatif sur les scores totaux, les scores totaux parole (S) et l'aspect psychosocial (PS) des patients.

IX.3. Résultats

Nous rappelons que pour l'étude de l'auto-évaluation de la qualité de parole et du ressenti (SHI), les résultats présentés *infra* sont constitués à partir de :

- Scores obtenus lors de la passation du questionnaire (SHI) ;
- 7 patients ayant pu réaliser la tâche des 4 phases d'enregistrement ;

- Les phases d'enregistrements et de passation du questionnaire d'auto-évaluation de la qualité de parole et du ressenti pour les 2 patients (HACH et ROJ) sont au nombre de 2, et pour le patient (ANT) sont au nombre de 3 Phases ;
- Un total de 35 questionnaires (SHI).

Le tableau ci-dessous récapitule les scores calculés à partir des réponses de chaque patient.

Tableau 16 : L'ensemble des résultats au questionnaire d'auto-évaluation de la qualité de la Parole et du ressenti (SHI), de tous les patients. (S)= score parole, (Ps)= score aspect psychosocial, (QI)=score question indépendante

Speech handicap Index (SHI)				
Identification des patients	Sessions	(S) = speech	(Ps) = Psychosocial	Total
PETR	Préop	0	0	0
PETR	Postop1	14	0	14
PETR	Postop2	10	2	16
PETR	Postop3	4	1	7
ZIM	Préop	3	0	3
ZIM	Postop1	12	15	31
ZIM	Postop2	14	13	28
ZIM	Postop3	8	11	21
SIB	Préop	2	0	2
SIB	Postop1	23	12	35
SIB	Postop2	16	5	25
SIB	Postop3	3	0	3
BIRL	Préop	10	2	13
BIRL	Postop1	17	14	34
BIRL	Postop2	12	13	26
BIRL	Postop3	14	12	29
GLAD	Préop	5	0	5
GLAD	Postop1	19	7	28
GLAD	Postop2	12	0	14
GLAD	Postop3	5	0	6
SOM	Préop	26	22	48
SOM	Postop1	29	22	53
SOM	Postop2	27	20	49
SOM	Postop3	20	19	31
JCT	Préop	21	18	43
JCT	Postop1	52	48	100
JCT	Postop2	43	40	83
JCT	Postop3	30	34	72
ROJ	Préop	2	0	2
ROJ	Postop1	25	25	50
HACH	Préop	2	0	2
HACH	Postop1	31	16	51
ANT	Préop	20	17	37
ANT	Postop1	34	25	59
ANT	Postop2	34	28	62

Nous exposons ici les résultats du questionnaire d'auto-évaluation de la qualité de parole, pour le score Total, pour l'ensemble des patients. Notons que les scores des questions indépendantes (QI) ont été directement comptabilisés dans le score total.

En effet, en observant de près la **Figure 64**, nous avons constaté que les scores totaux sont plus élevés en Post-Op1 par rapport au Préop, ce constat étant valable pour l'ensemble des patients. En Post-Op1, le score total maximum atteint est de (100) pour le patient (JCT). Nous pouvons penser que c'est un score excessif et que le patient surestimerait son état. Cependant, étant donné le patient (JCT) a subi une pelviglossectomie totale suivie d'une reconstruction, nous pouvons imaginer qu'une telle exérèse ne peut que rendre compte des lourdes répercussions de ces interventions sur la qualité de vie du patient. En effet, les trois fonctions vitales du patient sont affectées, à savoir : la mastication, la déglutition, la qualité de parole et le ressenti, en plus des dégradations de l'image de soi et de l'aspect psychosocial. Toujours en Post-op1, nous avons relevé le score total le plus bas qui est de (3) pour la patiente (PETR), une patiente ayant subi une pelviglossectomie partielle classée T4. Les scores totaux des autres patients, se situent entre les scores des deux patients cités *supra* (JCT et PETR). Nous avons constaté que pour les patientes (ZIM et PETR), les scores totaux en Post-Op1 sont de (31 et 14) respectivement. Rappelons que les patientes (ZIM et PETR) ont subi la même la prise en charge chirurgicale et thérapeutique (pelviglossectomie plus radiothérapie). Ceci dit, la qualité de parole et du ressenti pour ces deux mêmes patientes est plus altérée chez la patiente ZIM que PETR et cela malgré la similitude du traitement subi. Pour les quatre patients ayant subi une glossectomie partielle (SOM, GLAD, SIB, et ROJ), nous avons observé une différence au niveau des scores totaux, déjà en Préop, les scores sont de (48) pour le patient SOM et de (2) pour les trois autres patients (GLAD, SIB, et ROJ). En effet, nous pouvons voir que les scores totaux des patients (GLAD, SIB et ROJ) sont similaires. Cependant celui de SOM reste assez élevé pour une auto-évaluation de la qualité de parole et du ressenti avant l'acte chirurgical. Cela semble montrer une sur-appréciation Préopératoire de l'état du patient. En Post-Op1, une légère augmentation des scores totaux a été observée pour les patient SIB et SOM (35 et 53 respectivement), contrairement à ce qui a été relevé chez les patients GLAD et ROJ (28 et 50 respectivement) (*cf.* Tableau 16).

Pour les autre patients ayant subi différentes ablations accompagnées de reconstructions, nous avons observé qu'en Préop la patiente HACH (2) représente le score le plus bas par rapport aux

trois autres patients (JCT, BIRL et ANT) qui ont comme score (43, 13 et 37 respectivement). En Post-Op1, les scores totaux augmentent brusquement (51) pour HACH, puis (100, 34 et 59) pour (JCT, BIRL et ANT) respectivement. Ces résultats peuvent s'expliquer par la sévérité du handicap engendrée par les conséquences propres à chaque traitement chirurgical affectant globalement la qualité de la parole, la qualité de vie et du ressenti.

En Post-Op2 nous avons remarqué que les scores totaux ont tendance à baisser dans le cas des patients (SIB, JCT, SOM, GLAD et BIRL), ou se stabiliser et se régulariser ; c'est le cas de la patiente (ZIM). Les deux seuls patients pour qui le score total de la qualité de parole et du ressenti a légèrement grimpé sont les patients (PETR et ANT).

En Post-Op3, quasiment tous les scores totaux ont baissé chez tous nos patients en se rapprochant graduellement des scores relevés en Préop, mais sans pour autant les atteindre. Seul le score total du patient (GLAD) a pu rejoindre le score initialement perçu en Préop.

Le score total (SHI) le plus élevé en Post-Op3 reste celui du patient JCT. Notons que pour ce patient (JCT), en plus des répercussions sur la parole et l'aspect psychosocial, il s'alimente par le biais d'une sonde gastrique et souffre de xérostomie (sècheresse de la cavité buccale), raison pour laquelle le score total de ce patient resterait assez remarquable, même en Post-Op3.

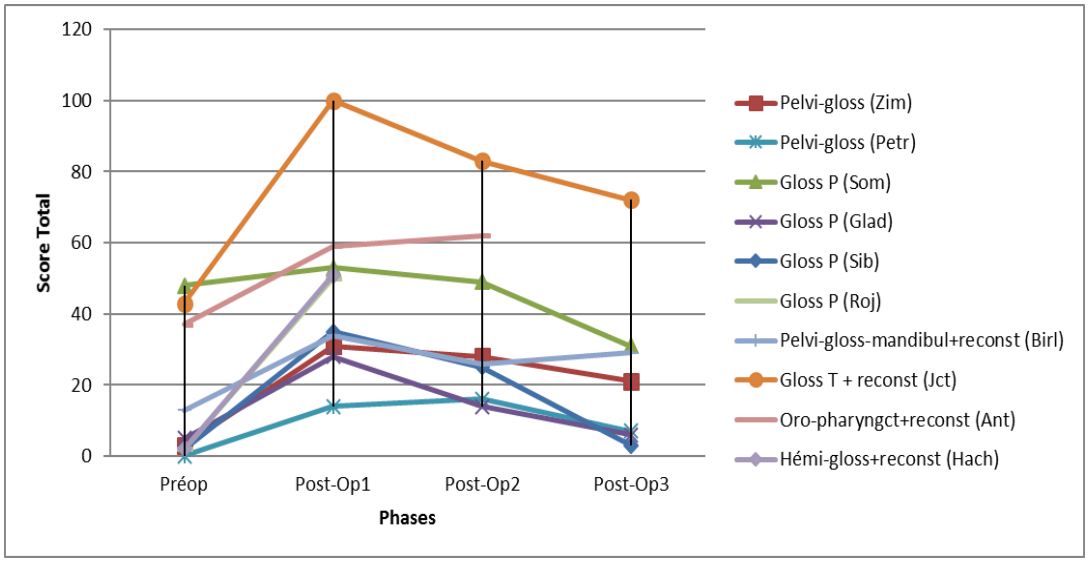


Figure 64 : Résultats des auto-évaluations de la qualité de parole, pour le score Total, pour l'ensemble des patients, à partir du questionnaire SHI (Speech Handicap Index)

En ce qui concerne les résultats du questionnaire d'auto-évaluation de la qualité de parole, pour les aspects liés à la parole et pour l'ensemble des patients, nous avons remarqué qu'en Préop, les scores de parole (S) se situent entre (0 et 10) sur un score total de 56, pour la plupart des patients, sauf pour (SOM, JCT et ANT), pour qui les scores démarrent à (26, 52 et 34)

respectivement, sur un score total de 56. Ces autoévaluations sont probablement liées au volume de la tumeur qui était important. Nous avons observé que par rapport au Préop, les scores parole(S) augmentent en Post-Op1. Les tendances des répartitions des scores parole (S) se comportent de façon quasi similaire à ce qui a été constaté pour les scores totaux. Comme nous pouvons le voir sur la (*cf.* Figure 65), en Post-Op1 les scores parole (S) sont très élevés pour le patient (JCT) et très bas pour la patiente (ZIM). Les scores parole (S) des autres patients se situent dans l'intervalle de ces deux patients. Une augmentation est observée chez tous nos patients. En Post-Op2, après les traitements adjuvants, nous avons constaté une diminution des scores parole (S) pour tous les patients ; les scores parole (S) ont tendance à se régulariser pour certains de nos patients et baisser jusqu'à rejoindre les scores relevés initialement en Préop pour d'autres. Hormis, la patiente ZIM pour qui le score parole a légèrement augmenté, nous pensons que cette augmentation des scores parole (S) serait liée aux effets secondaires de la radiothérapie, puisque cette patiente souffrait de brulures post-radique qui lui provoquaient des aphtes et des cloques. Cela peut probablement engendrer une gêne lors de la production de la parole. En Post-Op3, nous pouvons voir que les scores parole (S) reviennent à la normale pratiquement pour tous les patients, excepté le patient BIRL, patient ayant subi une pelvi-glosso-mandibulectomie pour qui le score parole (S) augmente légèrement.

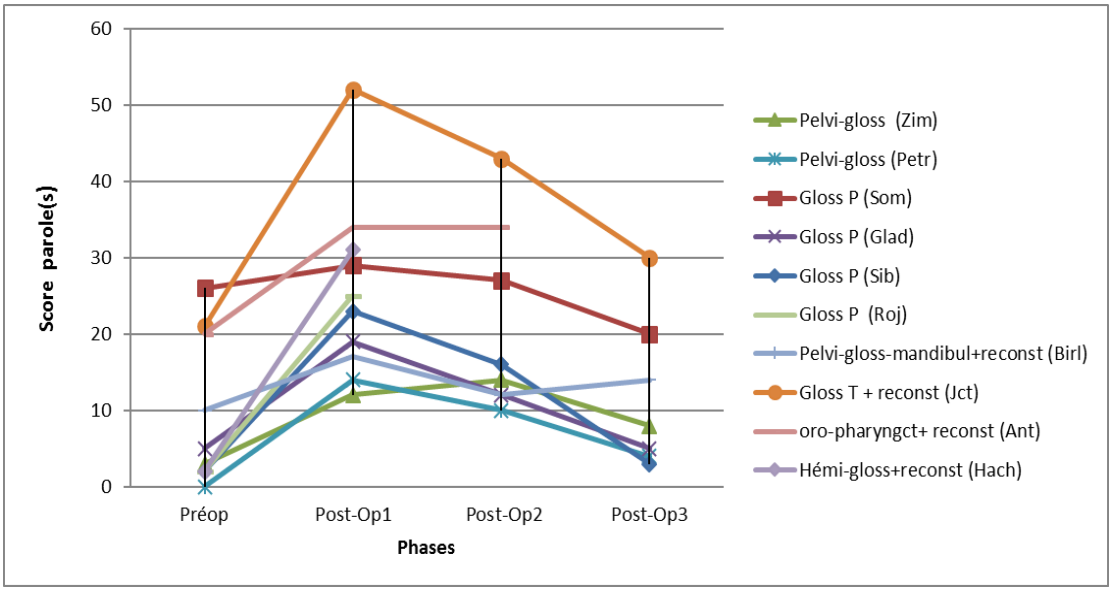


Figure 65 : Résultats des auto-évaluations de la qualité de parole, pour le score de parole, pour l'ensemble des patients, à partir du questionnaire SHI (Speech Handicap Index)

En ce qui concerne les résultats du questionnaire d'auto-évaluation de la qualité de parole et du ressenti pour les aspects psychosociaux, nous pouvons voir que pour les scores de l'ensemble des patients, les mêmes tendances que les résultats relevés sur les scores totaux et les scores parole (S) se retrouvent. Le même scénario semble se reproduire ici. Nous pouvons voir que les scores de l'aspect psychosocial commencent à 0 chez plusieurs patients, pour augmenter en Post-Op1 chez l'ensemble de nos patients hormis, la patiente (PETR) pour laquelle le score (Ps) est resté à 0. À peu de choses près, ce sont les mêmes patients qui ont atteint les plus haut scores (totaux et parole) également pour les scores (Ps), c'est-à-dire (SOM, ANT, JCT et ROJ), respectivement. En Post-Op2, nous avons constaté une baisse importante des scores chez quasiment tous nos patients, exceptés chez les mêmes patients les plus affectés à savoir : (JCT et ANT). Enfin, en Post-Op3, les scores Ps rejoignent les valeurs initialement relevées en Préop pour les patients (GLAD, SIB et PETR), mais ce n'est pas le cas pour les autres patients (*cf.* Figure 66). Globalement, le score de l'aspect psychosocial est plus élevé en Post-Op1 et a tendance à diminuer graduellement en Post-Op2 et 3.

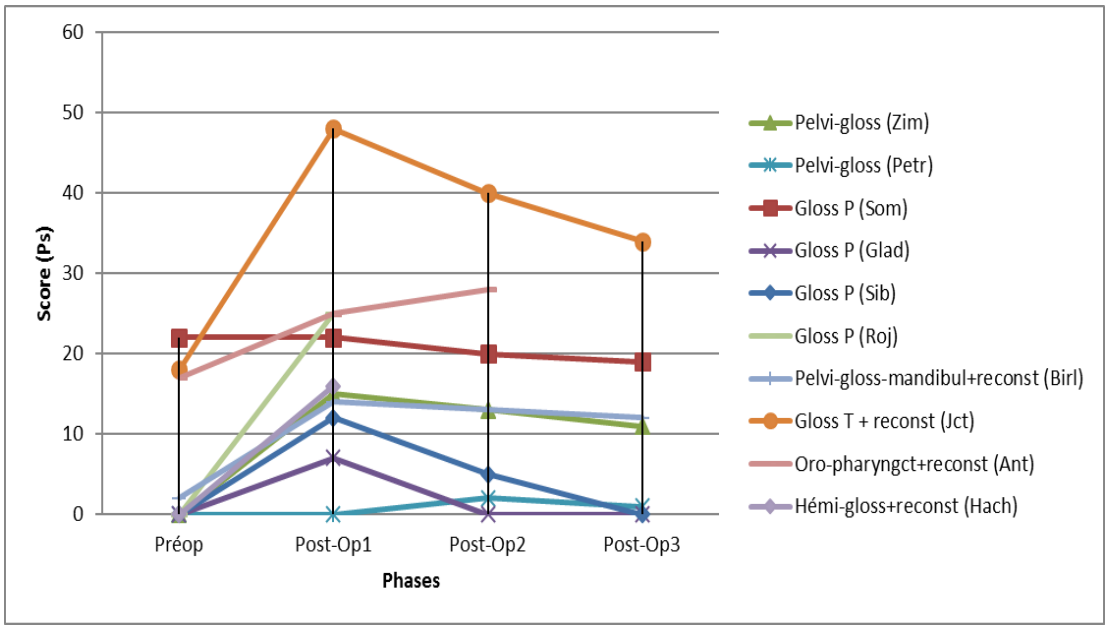


Figure 66 : Résultats des auto-évaluations de la qualité de parole, pour les aspects psychosociaux, pour l'ensemble des patients, à partir du questionnaire SHI (Speech Handicap Index)

Analyse statistique de l'auto-évaluation de la qualité de parole et du ressenti (SHI)

Nous avons réalisé, à partir de ces données, une analyse statistique des scores bruts obtenus à l'auto-évaluation de la qualité de parole et du ressenti pour les 7 patients ayant accompli la tâche des 4 sessions (phases) de passation et d'enregistrements (en utilisant le test de Friedman, à mesures répétées par rangs pour des échantillons appariés avec corrections Tukey). Nous avons appliqué l'ANOVA de transformation alignée (ART ANOVA) qui consiste en une approche non-paramétrique permettant l'analyse de multiples variables indépendantes, des interactions pour des mesures répétées (Mangiafico, 2016). L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel R. Dans le cadre de cette analyse, nous avons étudié l'effet du facteur « session » ou phase de passation du questionnaire d'auto-évaluation de la qualité de parole et du ressenti (SHI) sur les covariances indépendantes, à savoir : « Score total, score parole, score psychosocial» (*cf.* Tableau 17). Les résultats montrent qu'il existe un effet significatif du facteur session (phase de passation), pour le score Total entre toutes les phases pré et post-opératoires ($p<0,05$). En effet, nous avons observé que l'analyse qualitative du score total indique qu'il existe un accroissement du handicap en post-opératoire 1 et 2, par rapport à la phase Préopératoire. Avec le temps, une amélioration est constatée entre les phases Post-Op 1 et 3. Pour le score total, la différence entre les scores est significative entre les sessions Préop et Post-Op1, Préop et Post-Op2, Post-Op1 et Post-Op3, Post-Op2 et Post-Op3 (à $p<0.05$) (*cf.* Tableau 17)

Les résultats de l'analyse statistique, illustrés par le *Box Plot* ci-dessous (*cf.* Figure 67), montrent des différences au niveau des scores totaux à travers les phases pré et post chirurgicales ; ces différences sont significatives. Nous avons également constaté deux valeurs anormales qui correspondent aux scores totaux du patient JCT, en Post-Op1 et en Post-Op3.

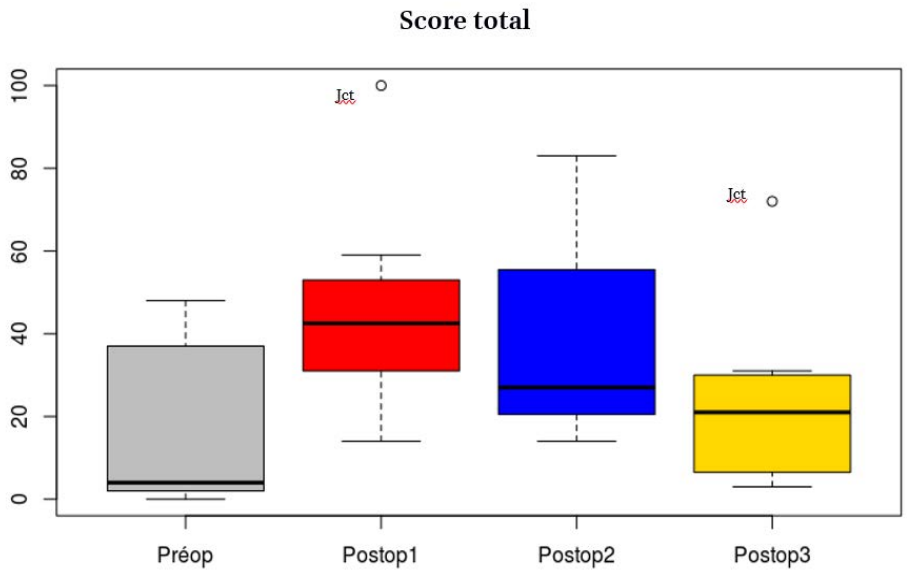


Figure 67 : Représentation par Box plot des scores totaux à travers les sessions de passation du SHI (Speech Handicap Index)

Pour le score parole (S), nous avons relevé des différences significatives entre toutes les phases pré et post-chirurgicales ($p<0,05$), excepté entre la phase Préop et Post-Op3, Post-Op1 et Post-Op2, où la différence des scores parole n'étaient pas significative ($p>0,05$).

Les résultats de l'analyse statistique représentés dans le *Box Plot* ci-dessous (*cf.* Figure 68) montrent des différences au niveau des scores parole, à travers les phases pré et post-chirurgicales, ces différences étant significatives.

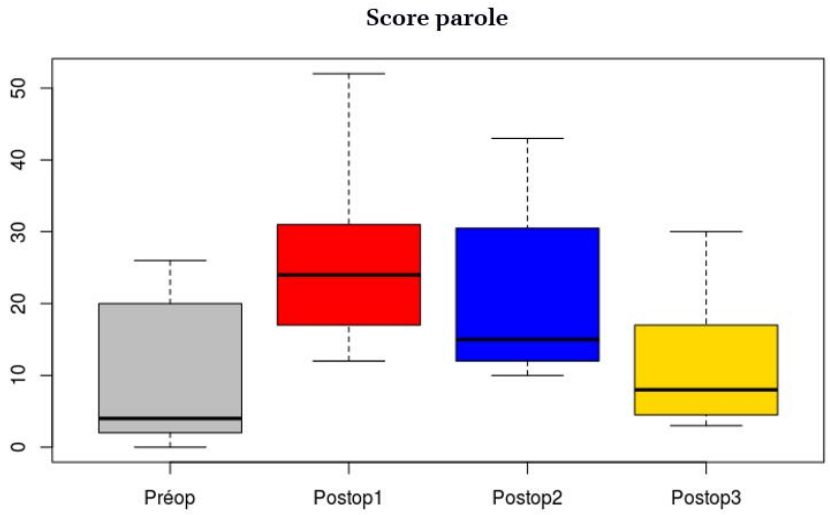


Figure 68 : Représentation par Box plot du score parole à travers les sessions de passation du SHI (Speech Handicap Index)

En ce qui concerne le score psychosocial, nous avons identifié des différences significatives entre les phases Préop et Post-Op1, Préop et Post-Op2, Post-Op1 et Post-Op3 ($p<0,05$). Les scores psychosociaux n'étaient pas significatifs entre le Préop et Post-Op3 ($p>0,05$), signe d'une récupération et d'une diminution de la sévérité du handicap, puisque les scores se rapprochent ou atteignent les scores initialement relevés en Préop (*cf.* Tableau 16).

Nous avons également observé une valeur anormale qui correspond aux scores de l'aspect psychosocial du patient JCT, en Post-Op1. Nous avons identifié des différences entre les phases Post-Op1 et Post-Op2, Post-Op2 et Post-Op3 pour le score psychosocial, mais ces différences ne sont pas significatives sur le plan statistique.

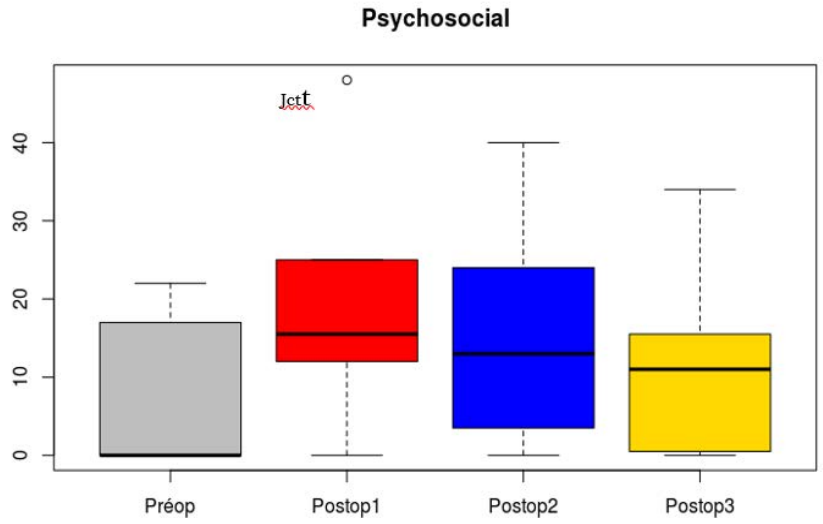


Figure 69 : Représentation par Box plot du score de l'aspect psychosocial à travers les sessions de passation du SHI (Speech Handicap Index)

L'augmentation des scores du handicap est relativement liée à la chirurgie et aux traitements adjuvants. En effet, à travers les différents cas des patients sujets de notre étude, nous pouvons voir que plus le volume de la tumeur est important, plus la taille de la résection est large. Cela à une incidence directe sur le degré et la sévérité du handicap. Globalement, lors de la phase Préopératoire, les scores du handicap se situent entre 0 et 48. Avec le délai opératoire et la rééducation orthophonique pour certains de nos patients, les scores ont tendance à baisser. Nous considérons cela comme un signe d'une récupération et d'une amélioration de la qualité de parole et du ressenti, en Post-Op3. La rééducation et le facteur temps ont un effet important sur la récupération et la régularisation des scores psychosociaux (Ps), parole (S) et les scores totaux des patients.

Tableau 17 : Résultats statistiques à partir du questionnaire d'auto-évaluation de la qualité de parole et du ressenti (Test de Friedmann)

Covariances / Phases	Préop-Post-Op1	Préop-Post-Op2	Préop-Post-Op3	Post-Op1-Post-Op2	Post-Op2-Post-Op3
Score total	p=1,6E-07	p=3,2E-05	p=0,053	p=3,2E-05	p=0,018
Score parole (S)	p=2,8E-07	p=5,9E-05	p=0,056	p=2,2E-05	p=0,011
Score psychosocial (PS)	p=0,00072	p=0,03912	p=1,00000	p=0,00352	p=0,1816

En effet, plus la taille de la résection est importante, plus le score parole est élevé, plus le handicap est sévère. À titre d'exemple, nous pouvons voir sur le graphique *supra* que le patient

ayant subi une pelviglossectomie totale (JCT) a atteint le score maximum. Une diminution du score parole est observable en Post-Op2, signe d'une amélioration de la qualité de parole et du ressenti, pour atteindre en Post-Op3, les scores de départ relevés en Préop.

Conclusion chapitre IX

Dans ce chapitre nous avons traité les réponses aux questionnaires d'auto évaluation de la qualité de parole et du ressenti (SHI). Les résultats du questionnaire d'auto évaluation de la qualité de la parole et du ressenti nous ont permis de caractériser le degré de sévérité du handicap pour chaque patient. Ces résultats montrent que, globalement, l'évaluation de la qualité de la parole et du ressenti corroborent le diagnostic de l'examen ORL post-opératoire. L'altération et la dégradation sont omniprésentes à travers l'évaluation de la qualité de parole et du ressenti en post-op1. En effet, chaque patient apprécie bien son état selon le type de prise en charge chirurgicale et thérapeutique qu'il a subi. Nous avons pu voir que l'estimation des séquelles, après une exérèse carcinologique localisée dans le système de production de la parole, est en adéquation avec les scores totaux en post-op1.

En Post-Op2, les réponses des patients témoignent d'une amélioration de la qualité de parole et du ressenti à l'instar d'une diminution des scores totaux, parole (S) et psychosocial (PS). Nous pouvons imaginer que la qualité de parole et du ressenti relevé auprès d'un patient ayant subi une glossectomie partielle sont moins importants que chez un patient qui a subi une pelvi-glossectomie partielle ou totale suivie d'une reconstruction.

Une progression dans l'amélioration de la qualité de vie et du ressenti a été remarquée en Post-Op3. Cette amélioration peut être liée au temps pour certains patients et à la rééducation orthophonique pour d'autres. Les résultats des analyses statistiques effectuées pour chaque score confirment ces conclusions.

Synthèse générale et conclusions

Le but de notre étude, réalisée en collaboration avec le service ORL et de chirurgie maxillo-faciale de plusieurs établissements hospitaliers en région alsacienne, était d'apprécier les conséquences d'une ablation linguale suite à un cancer endo-buccal sur la production de la parole. Cette investigation nous a permis de constater, à partir des différentes analyses menées, les perturbations et les stratégies de compensation mises en place par les patients glossectomisés, seuls ou à l'aide d'une réhabilitation orthophonique pour remédier aux altérations provoquées par les diverses résections effectuées au sein de leur cavité buccale.

Nous nous sommes concentrée dans ce travail sur une étude acoustique de la production de la parole après glossectomie. Notre démarche a été articulatori-acoustique, où il a été question d'analyser les différents indices offrant des renseignements sur les caractéristiques spectrales, temporelles et articulatoires des patients à partir d'un signal acoustique de parole pathologique. L'analyse spectrale des productions vocaliques (voyelles tenues) et consonantiques (constrictives), ainsi que l'analyse spatio-temporelle du timing des articulateurs dans des séquences de type VCV ont pu se faire grâce aux différents corpus enregistrés et différentes investigations conduites.

Au cours de cette discussion, nous proposons de présenter d'abord, de façon générale, les résultats obtenus. Puis, nous rappellerons nos hypothèses émises initialement pour chaque étude et les résultats correspondants. Cette démarche nous permettra de synthétiser les enseignements que l'on peut tirer de cette étude acoustique des productions de patients souffrant d'un carcinome épidermoïde au niveau de la langue, suivi ou non d' une reconstruction.

À travers l'analyse de nos données, nous avons, de manière générale, constaté une variabilité plus ou moins remarquable inter et intra-individuelle qui caractérise les productions des patients reséqués. Comme cela est attesté dans la littérature (Savariaux *et al.,* 2000), la durée du paramètre intra-segmental, le VOT, est plus longue en phase post-opératoire qu'en Préop. Les résultats de notre étude sur les paramètres spatio-temporels nous ont aussi permis de constater que la production de la parole et, plus précisément, la production des segments vocaliques et consonantiques révèle des durées segmentales significativement plus longues après une glossectomie. Les résultats de cette analyse divergent selon la taille de la tumeur et le type de la résection. Nous avons pu observer que les conséquences d'une résection linguale sont plus

marquées chez des patients partiellement ou totalement pelvi-glossectomisés que chez les patients ayant subi une glossectomie partielle. Une altération a également été notable dans les cas des patients ayant subi une hémi-glossectomie et une oro-pharyngectomie. La variabilité qui s'est révélée, au niveau de l'ensemble de nos expériences, a été non seulement inter-individuelle mais aussi intra-individuelle. Cependant, les expériences menées sur les durées et les valeurs formantiques des voyelles tenues reflètent le mieux le phénomène de variabilité entre les patients et à travers les phases d'enregistrements, pour un même patient. Dans le cas de notre étude, la variabilité est principalement liée non seulement aux changements de la géométrie de la cavité orale, ainsi qu'aux gestes compensatoires déployés par les patients suite aux différentes résections, elle résulte également d'un changement anatomophysiologique, y compris les possibles reconstructions (*cf.* Chapitre II anatomie). En effet, ces changements ont des conséquences directes sur les stratégies articulatoires mises en place par les patients et leurs conséquences acoustiques puisque la glossectomie peut engendrer un ratage de cibles articulatoires, et empêcher de ce fait l'atteinte des cibles acoustiques. Ce phénomène est décrit par les principes de la théorie de la variabilité adaptative (Lindblom, 1987), qui stipule que le locuteur peut souvent s'adapter à de nouvelles situations et déploie diverses stratégies de compensation selon les situations. Ces stratégies restent largement individuelles puisque toute stratégie de réajustement gestuel adoptée par un patient est faite en fonction de sa néo-cavité. Dans cette perspective, les patients glossectomisés sont conduits à explorer toutes les stratégies possibles afin de remédier aux altérations causées par les différents actes chirurgicaux. Dans le cas de nos patients, nous avons vu à travers les différentes investigations que les patients partiellement glossectomisés ont généralement tendance à bien compenser la perturbation après la résection, et qu'à partir de 3 mois après l'intervention, les réajustements commencent à apparaître graduellement. À notre sens, les résections qui gèneront le plus la production de la parole et demanderont le plus l'élaboration de stratégies compensatoires sont généralement les cas de pelvi-glossectomies (partielle ou totale), les hémi-glossectomies, ainsi que les oro-pharyngectomies (avec une notion langue). En effet, selon la taille de la tumeur reséquée, une reconstruction est plus ou moins nécessaire, et dans le cas où le chirurgien ne parvient pas à suturer, une greffe est alors indispensable. Le choix du lambeau dépend de plusieurs facteurs, à savoir le volume reséqué, l'état de santé du patient, et les diverses techniques de reconstructions. Cela signifie que nous ne

pouvons pas toujours prédire quelle reconstruction sera plus adaptée à telle résection. De ce fait, une pelvi-glossectomie avec une reconstruction inappropriée, affectera remarquablement la production de la parole, puisqu'une bonne tonicité implique une certaine rigidité lors de la reconstruction au niveau du plancher buccal. Le plancher de la cavité buccale est de nature mou, il nous sert dans la production des sons vélaires. Pour produire un [k], par exemple, il faudrait que le plancher buccal soit suffisamment dur ou rigidifié. Suite à l'ablation, il n'y aura plus de muscles dans cette région, et dans le cas où la reconstruction n'est pas réalisée avec des tissus suffisamment raides, la conséquence sera que lors de la réalisation de la vélaire [k], la langue aura tendance à descendre puisque le plancher ne sera plus assez musclé pour permettre l'élévation de la langue au contact palatal ou vélaire nécessaire. Cela était vraisemblablement le cas de deux patients, PETR et JCT. Soulignons ici, toutefois, que nous ne pouvons pas juger de la qualité des reconstructions faites pour nos patients, tout simplement car cela ne relève pas de nos compétences. Il serait intéressant dans un travail futur d'évaluer la production de la parole après des exérèses reconstruites par différents types de lambeaux. Rappelons que les patients dont les productions ont été les plus atteintes sont ceux qui ont subi une pelvi-glossectomie partielle ou totale, une hémi-glossectomie et une oro-pharyngectomie, c'est-à-dire PETR, ZIM et JCT pour la pelvi-glossectomie, HACH pour l'hémi-glossectomie et Ant pour l'oro-pharyngectomie. Ces patients réorganisent sensiblement leurs gestes articulatoires en fonction des perturbations introduites dans leur nouvelle cavité buccale afin de trouver la meilleure solution gestuelle dans la réalisation d'une cible articulatori-acoustique.

La persistance de la variabilité inter- et inta-individuelle chez les patients glossectomisés nous fournit plusieurs informations. En effet, nous avons observé, à partir de l'analyse de nos données, qu'il existe une variabilité chez nos patients glossectomisés qui est plus prononcée lors des phases d'enregistrements post-chirurgicales, par rapport au Préop. Nos résultats témoignent d'une variabilité plus notable dans les cas d'exérèses envahissant partiellement ou totalement la langue et le plancher buccal que pour les exérèses de la langue seule.

Cette variabilité s'est montrée non seulement au niveau de nos différentes investigations, à savoir les mesures de durée inter- et intra-segmentales, mais aussi au niveau des valeurs formantiques des voyelles tenues.

Il est connu que la variabilité dans la production de la parole résulte de diverses sources, notamment, la vitesse d'élocution. Cela nous laisse penser que l'allongement des paramètres mesurés relevés après les différentes résections peut être lié à la vitesse d'élocution. Néanmoins, les différences de durées retrouvées chez nos patients après l'intervention sont tellement prononcées que nous ne pouvons penser quelle proviennent de différences de vitesses d'élocution intrinsèques aux productions des patients. Concernant nos données, nous conservons essentiellement deux facteurs que nous considérons responsables de la variabilité : le type d'exérèse et la capacité du patient à s'adapter à sa nouvelle configuration de la cavité buccale ou aux changements anatomiques induisant une perte fonctionnelle d'organe nécessitant une reconstruction de celui-ci.

Rappelons que la variabilité interindividuelle est propre à chaque individu porteur ou non d'une pathologie, chaque individu disposant d'un agencement anatomique unique de sa cavité buccale. De ce fait, pour le cas de nos patients glossectomisés, la variabilité inhérente à l'anatomie serait multiple. Avant tout, l'anatomie de la langue et de l'ensemble de la cavité buccale est distincte suivant les individus présentant ou non un trouble pathologique. *A posteriori*, le type de résection subie par nos patients glossectomisés est également à l'origine de la variabilité. Enfin, les reconstructions et les différents traitements adjuvants le sont également.

Les formes de variabilités liées aux différentes exérèses carcinologiques ont été mises en avant dans notre étude, et nous avons, à juste titre, essayé de rapprocher avec précision les cas de patients similaires, bien que cela n'ait pas toujours été évident vu la diversité des opérations et des prises en charge thérapeutiques. Cette démarche avait pour but de confronter des petits groupes de patients et d'en tirer des conclusions caractérisant la production de la parole et le comportement adopté par nos patients après chaque acte chirurgical.

L'anatomie de la langue et de la cavité buccale joue un rôle important dans la variabilité des deux niveaux articulatoire et acoustique de la production de la parole. Il est question ici de variabilité inter- et intra-individuelle. De ce fait, la glossectomie occasionne fréquemment un *phénomène de ratage de la cible articulatoire,* entravant ainsi l'atteinte des cibles acoustiques (Stevens & House, 1963). Ce phénomène fait référence à la Théorie de la Variabilité Adaptative (Lindblom, 1987), qui, se reposant sur le concept d'adaptabilité du locuteur, lui offre la possibilité de mettre en relief ses

capacités de réajustement. Les productions de tout locuteur dépendent, dans une certaine mesure, de la forme de sa propre cavité buccale.

Il est important de signaler que bien que le phénomène *d'undershoot* (Lindblom, 1987) qui éloigne les réalisations de la *diagonale idéale*, pour reprendre les termes de Lindblom (1987), le son demeure compréhensible tout de même, grâce à une certaine tolérance de l'auditeur, moins exigeant en obligation d'intelligibilité dans le cas de productions pathologiques. Ces conditions d'intercations particulières permettent ainsi au message linguistique d'émerger correctement.

Il est important de préciser ici que notre travail de recherche s'inscrit dans le cadre de la Théorie de la Viabilité en production et en perception de la parole (Sock, 1998, 2001 ; Sock et Vaxelaire, 2004 ; Vaxelaire, 2007). En effet, cette théorie nous a permis de mieux comprendre le comportement de nos patients tout au long des phases d'enregistrements. Chaque patient tente de réaliser des ajustements avec son système de production qui lui est spécifique. En effet, selon la notion de viabilité d'Aubin (1991) plusieurs pistes peuvent être choisies, et nous pouvons considérer le système de production-perception de la parole comme une source d'émergence de réalisations d'un ensemble de solutions linguistiques, du moment où les trajectoires choisies demeurent dans le domaine des contraintes qui constituent sa cohérence.

À partir de nos différentes investigations, nous avons observé les limites de la viabilité de certains sons, lorsque le respect de certaines contraintes articulatoires et acoustiques n'était plus possible. Effectivement, certains de nos patients ne parvenaient toujours pas à produire et atteindre le son voulu, et cela malgré plusieurs essais de réorganisation de leurs systèmes de production de la parole. Cela était principalement le cas du patient JCT, et pour certaines productions le cas des patients ANT, PETR et ZIM. Ces patients avaient plus de difficulté à réaliser certains sons de façon intelligible. Suite à la perturbation au niveau de la configuration de la cavité buccale, des obstacles peuvent entraver la production de certaines tâches, engendrant ainsi une diminution de l'intelligibilité de la parole produite. Les erreurs perçues suite à la variation dépassent alors le cadre de la viabilité initialement déterminée par l'organisation du système de production de la parole de nos patients avant la chirurgie. Malgré l'ampleur de la variabilité chez certains de nos patients, la cible perceptive acceptable reste atteinte. Cela témoigne de l'existence d'une flexibilité au niveau du système de production de la parole et les négociations qui peuvent s'installer entre locuteurs et auditeurs.

Les contraintes anatomiques liées à la diversité d'exérèses expliquent le degré élevé de variabilité. Les ajustements sont remarquables chez les patients glossectomisés en général mais pour les patients pelvi-glossectomisés en particulier, la variabilité reste plus saillante. Ces données semblent démontrer l'existence de différentes zones articulatori-acoustiques critiques propres à chaque patient. Au sein de ces zones, les gestes articulatoires réalisés pour l'émergence d'un son doivent être viables, c'est-à-dire intelligibles. Ces zones nous offrent la possibilité de déterminer les bornes de viabilité individuelles, raison pour laquelle ces bornes peuvent diverger selon les locuteurs. Cependant, il faut signaler que pour l'existence d'une zone viable individuelle. Ces limites doivent obligatoirement se placer au sein de la seule zone déterminée par les limites phonologiques d'une langue donnée. Notre travail se situe également dans le cadre du paradigme des perturbations et des réajustements en production de la parole.

Présentons maintenant les principaux enseignements que nous avons pu tirer de nos différentes investigations, en vérifiant si nos hypothèses de départ ont été confirmées ou infirmées, le cas échéant.

Étude 1 : Étude acoustique de voyelles tenues produites par des patients ayant subi une glossectomie partielle ou totale

En phase de post-traitements (chirurgie et traitements adjuvants), la parole des patients pourrait être altérée et modifiée dans les phases post-opératoires.

Hypothèses : nous avons formulé les hypothèses suivantes :

En Préopératoire, les valeurs formantiques resteraient naturellement proches de celles d'un locuteur non-pathologique.

Nous avons effectivement constaté que les valeurs formantiques de l'ensemble des patients sont similaires, voire très proches de celles relevées chez un locuteur non-pathologique.

Nous avions supposé, dans un premier temps, que la taille de l'exérèse, le site de la tumeur et le type de reconstruction auraient un impact direct sur la parole. Cela se manifesterait par des modifications au niveau des valeurs formantiques (F1 / F2). En phases post-opératoires, des variations des valeurs formantiques sont attendues.

Nous avions émis l'hypothèse que plus la taille de la tumeur est grande, plus les répercussions sur la production de la parole seront importantes, compte tenu de la reconstruction qu'elle pourrait

impliquer. Cette hypothèse a été confirmée. Effectivement, les valeurs formantiques, extraites à partir des voyelles soutenues, ont été perturbées.

Dans un second temps, nous avions pensé que les perturbations formantiques pourraient affecter la taille et la forme de l'espace vocalique, puisque l'altération provoquée par les résections linguales se répercute sur l'activité laryngienne et les cavités supraglottiques résonantes.

Les modifications manifestées au niveau des valeurs formantiques de F1 et F2 se répercutent principalement sur la taille et la forme de l'espace vocalique. Ce dernier est plus restreint en phases post-opératoires (1 et 2) et a changé de configuration, notamment pour les patients ayant subi des reconstructions linguales. Suite à la nouvelle modification anatomique, ces patients qui ont subi des reconstructions linguales mettent plus de temps à se réapproprier leur cavité buccale et à adopter de nouvelles stratégies gestuelles dans cette nouvelle configuration du tractus buccal, que les patients ayant subi une glossectomie partielle. Ces résultats corroborent ceux attestés dans la littérature (Bressman *et al.* 2005, 2007 ; Acher *et al.* 2014). De plus, une désorganisation devrait apparaître au niveau du système vocalique qui se présenterait alors sous forme de l'élévation et de l'abaissement de l'indice de mesure de dispersion (PHi). Rappelons que plus l'indice de mesure de dispersion de l'organisation du système vocalique est élevé, plus l'organisation du système vocalique est adéquate, et *vice-versa.*

Enfin, pour nous, le temps et la rééducation devraient permettre une amélioration dans la production de la parole chez les sujets atteints ; une amélioration qui devrait progressivement apparaître dans les phases post-opératoires tardives (Post-Op 2 et 3) et, on pourrait constater, en conséquence, une normalisation des valeurs des paramètres mesurés. Ces derniers seraient alors comparables aux valeurs mesurées en phase Préopératoire.

La réhabilitation orthophonique et le facteur temps ont eu effectivement un effet positif sur tous les paramètres mesurés dans notre étude. Par ailleurs, une amélioration dans la production de la parole chez les sujets atteints a été perçue dans les phases post-opératoires 2 et 3.

Cette étude nous a permis de vérifier la pertinence des mesures spectrales retenues pour évaluer les importantes perturbations que peut entrainer l'ablation partielle ou totale de la langue sur la parole de certains de nos patients. Plus l'étendue de la lésion est large, plus les répercussions sur les espaces vocaliques sont importantes. Cette étude a également permis d'observer les stratégies compensatoires que les patients sont capables de créer seuls ou à l'aide d'une

rééducation orthophonique. Ces stratégies peuvent être soit conservatrices (ce qui consiste en une relative préservation géométrique du tractus vocal par une synergie des différents articulateurs même modifiés), soit innovatrices entrainant de nouvelles et remarquables formes du tractus vocal dues à la reconstruction (Vaxelaire, 2007). Dans cette optique, les stratégies de compensation requièrent le recrutement d'autres structures saines (mandibule, lèvres), afin de pallier, à différents degrés, l'affaiblissement ou la perte de la mobilité linguale nécessaire pour atteindre les « *cibles* » articulatoires.

Étude 2 : Étude spatio-temporelle de la parole après glossectomie partielle ou totale pour des productions de type VCV

Notre deuxième expérience, qui porte sur l'étude spatio-temporelle du timing des articulateurs, tente principalement de relever les altérations et les possibles réajustements provoqués par la glossectomie dans des séquences de type VCV. Rappelons que dans cette étude, nous avions retenu, outre des paramètres temporels classiques d'intervalles vocaliques et consonantiques, des indices temporels du voisement, à savoir le VTT de Agnello (1975), le VOT de Klatt (1975), le silence acoustique et l'occlusion consonantique. Ces indices peuvent être utiles pour refléter certaines altérations au niveau de la coordination de gestes supralaryngés et oro-laryngés.

Hypothèses : nos hypothèses initiales ont été les suivantes :

Nous avons pensé observer des altérations qui pourraient être perçues au niveau des occlusives [t, d, k, g] et qui se révèleraient dans les perturbations du timing au niveau inter- et intra-segmental : les timings du VTT (Voice Termination Time ou délai d'arrêt du voisement), du VOT (Voice Onset Time ou délai d'établissement du voisement), du silence acoustique et de l'occlusion consonantique, indices importants dans la réalisation des occlusives. La réalisation temporelle des catégories phonétiques « vocaliques » et « consonantiques », ainsi que l'opposition consonne voisée *vs.* non-voisée devraient être perturbées.

Cette hypothèse a été confirmée dans notre investigation. En effet, les altérations affectent principalement les quatre occlusives linguales non-voisées et voisées [t, d, k, g] et les perturbations sont visibles dans les durées inter et intra-segmentales. Les modifications des durées inter- et inta-segmentales se présentent, de manière générale, sous forme d'allongement des paramètres temporels retenus.

Nous avions émis l'hypothèse que, compte tenu des difficultés du contrôle de l'occlusion des occlusives dentales et vélaires et du relâchement subséquent, le bruit de l'explosion provoqué par le relâchement de l'occlusive pourrait affecter la voyelle suivante, retardant l'apparition d'une structure formantique clairement définie et augmentant, de fait, la durée du VOT.

Cette hypothèse a aussi été confirmée. En effet, les valeurs du VOT, ainsi que celles de la voyelle post-consonantique V2, ont été significativement plus longues dans les phases post-opératoires, et cela dans tous les contextes vocaliques et consonantiques.

Ces difficultés de contrôle de fermeture du tractus vocal pourraient également se refléter dans la durée de la tenue consonantique acoustique.

En effet, nous avons observé, en phases post-opératoires, un allongement au niveau du silence acoustique, de l'occlusion et également du VTT et du VOT, tous constitutifs de la tenue consonantique.

Nous avions formulé l'hypothèse qu'en raison des difficultés que présentent certains patients glossectomisés à obtenir une occlusion suffisamment étanche, les occlusives linguales étudiées [t, d, k, g] pourraient présenter des propriétés de fricatives. Savariaux *et al.* (2008) ont mis en évidence un bruit important lors de l'articulation, en français, des occlusives [t, d, k, g], qui pourrait être considéré comme un phénomène de compensation.

Effectivement, cette hypothèse a été confirmée chez certains de nos patients. Signalons, par exemple, le cas du patient JCT pour qui la production de l'occlusive [k] est caractérisée par la présence d'un remarquable bruit de friction enveloppant quasiment toute la tenue consonantique.

Dans la production de la parole chez les sujets les plus atteints, le temps et la rééducation devraient permettre une amélioration qui devrait progressivement apparaître dans les phases post-opératoires tardives (Post-Op 2, 3). Partant de ce constat, on devrait observer une normalisation des valeurs des paramètres temporels mesurés. Ces valeurs seraient alors plus ou moins comparables aux données obtenues en phase Préopératoire.

Cette hypothèse a été partiellement confirmée. En effet, nous avons observé, qu'après une glossectomie partielle, la durée du VOT était significativement plus longue lors de la première phase d'enregistrement post-opératoire (Post-Op1), comparée à celle relevée en Préop. Ensuite, les valeurs diminuent graduellement dans les phases post-opératoires 2 et 3. Ce résultat peut être généralement lié à des ajustements que les patients établissent progressivement dans le temps.

Cependant, les valeurs du VOT ne diminuent pas forcément en Post-Op3 pour les patients pelvi-glossectomisés, à titre d'exemple.

La capacité des patients à récupérer leur aptitude articulatoire dépendrait principalement de la nature de la chirurgie de chaque patient. À partir de ces analyses, nous avons observé des divergences gestuelles entre les patients dans les différentes phases d'enregistrements. Ces différences de comportements articulatoires peuvent s'expliquer par les diverses interventions chirurgicales et traitements complémentaires que les patients ont subi durant leurs prises en charge et soins médicaux. Ces protocoles de traitement, parfois inadaptés, obligent les patients à adapter leur articulation à une nouvelle configuration de leur cavité buccale. Le résultat d'analyse de notre cohorte de patients glossectomisés nous a tout de même permis de dégager des nuances, illustrant les divers niveaux d'altération de la parole, permettant ainsi d'inférer des relations étroites entre la nature de la chirurgie et les stratégies de compensation articulatoires mises en place par nos patients. La comparaison entre les prises en charge chirurgicales et thérapeutiques des patients et leurs compétences articulatoires, pour la production de la parole, nous a amenée à tirer les conclusions suivantes :

Premièrement, la production de la parole est moins altérée lorsque le corps de la langue a subi de légères modifications lors de la chirurgie (cas d'une glossectomie partielle). Pour ces cas, le scénario consiste en une altération des paramètres mesurés en Préop et probablement en Post-Op1 et 2, et un réajustement est perçu en Post-Op3, et parfois même en Post-Op2.

Deuxièmement, nous avons identifié le cas des patients pelvi-glossectomiés sans reconstruction, avec préservation du corps de la langue. Le mouvement de la langue ici peut être restreint, particulièrement lorsqu'il s'agit de produire une consonne d'arrière [k], par exemple, qui comporte parfois des propriétés d'une constrictive, suite à la présence d'un bruit de friction persistant.

Troisièmement, lorsque le corps de la langue est modifié par la résection et la reconstruction, la réalisation des sons articulés à l'arrière de la cavité buccale deviennent très problématiques, puisque la racine de la langue devient rigide. Ainsi, l'activité des muscles extrinsèques, à savoir le styloglosse et l'hyoglosse, est moins efficace.

Le temps et la réhabilitation orthophonique contribuent efficacement à l'amélioration de l'articulation des sons affectés par ce type de résection. Ainsi, lorsque le corps de la langue est

remplacé par une partie d'un muscle (reconstruction par lambeau), ce geste chirurgical pourrait avoir un impact important sur la production de la parole. Les mouvements de la langue étant excessivement limités, certains gestes sont principalement réalisés avec un couplage entre la langue et la mandibule, en particulier les sons ouverts/fermés. Pour Bressmann *et al.* (2005), les synergies linguales ont tendance à changer lors des phases post-chirurgicales. La partie résiduelle et le milieu de la langue sont responsables de la compensation articulaire, lors de la production des sons de la parole. La région de la langue reconstruite bouge passivement. Cela semble s'appliquer au patient JCT. En termes de stratégies compensatoires, le patient JCT produit les occlusives non-voisées alvéo-dentale [t] et vélaire[k] de façon similaire en Post-Op2. Il s'agit probablement ici d'une stratégie compensatoire.

Étude 3 : Étude du contraste entre les constrictives [s] et [ʃ], [z] et, [ʒ] dans deux contextes vocaliques [i-a] et [a-i]

Nous avons également étudié dans notre travail le centre de gravité (COG), ainsi que la mesure consonantique des constrictives du français [ʃ], [z], [s], [ʒ] dans les deux contextes vocaliques [i-a] et [a-i], chez 10 patients glossectomisés.

Hypothèses : les hypothèses émises sont les suivantes :

Selon les résultats des travaux attestés dans la littérature (Acher *et al.*, 2014), nous avions supposé qu'il y aurait une perturbation qui se manifesterait au niveau de la différenciation entre les consonnes [s] et [ʃ], [z] et, [ʒ], et cela suite à la diminution de la précision de l'articulation après les différentes exérèses subies par chaque patient.

Cette hypothèse a été confirmée, car les résultats de l'analyse statistique se sont révélés significatifs pour la variable mesure consonantique.

Nous nous attendions à une postériorisation de l'articulation des sons antérieurs due à la diminution de la mobilité linguale pour certains de nos patients, et à la perte, tout simplement, de cette mobilité chez d'autres patients. Cela se présenterait sous forme d'une diminution des valeurs du COG (*Centre Of Gravity* ou centre de gravité) en Post-Op1 et probablement en Post-Op2, suite à la raideur de la langue après la radiothérapie.

Cette hypothèse a aussi été confirmée. Les résultats de l'analyse statistique se sont révélés significatifs pour la variable COG et la mesure consonantique. En effet, seul le facteur phase d'enregistrement (temps) avait un effet significatif, et cela uniquement sur le COG des constrictives [s] et [z].

Nous pensions que le contexte vocalique affecterait plus ou moins le contraste entre les consonnes [s] et [ʃ], [z] et, [ʒ]. Nous imaginions que selon l'exérèse subie par chaque patient, ces derniers trouveront plus d'aisance à réaliser les consonnes fricatives citées *supra* dans un contexte vocalique plus qu'un autre.

Cette hypothèse n'a pas été confirmée. En effet, les résultats de notre analyse menée sur l'effet du contexte vocalique sur le contraste entre les constrictives [s] et [ʃ], [z] et, [ʒ], révèlent que ni le contexte vocalique ni la relation temps/contexte vocalique n'indiquent d'effet significatif.

Étude 4 : Étude de l'auto-évaluation de la qualité de parole (SHI) après glossectomie partielle ou totale

Dans ce chapitre nous avions traité les réponses aux questionnaires d'auto-évaluation de la qualité de parole et du ressenti (SHI). Les résultats du questionnaire d'auto-évaluation de la qualité de la parole et du ressenti nous ont permis de caractériser le degré de sévérité du handicap pour chaque patient.

Les résultats montrent que l'évaluation de la qualité de la parole et du ressenti corroborent globalement le diagnostic de l'examen ORL post-opératoire.

Hypothèses : pour se faire nous avons établi les hypothèses présentées ci- dessous

Selon Hamlet *et al.* (1990), la parole de patients souffrants d'un carcinome épidermoïde au niveau de la langue, classée T2 ou T3, a été jugée dans sa globalité normale, et que l'articulation était préservée en phase Préopératoire. Nous faisions alors l'hypothèse que le score du handicap et le score perceptif se situeraient entre 0 et 20/120, en phase Préopératoire.

Cette hypothèse n'a pas toujours été confirmée puisque certains de nos patients avaient des scores assez élevés en phase Préopératoire.

Pour certains de nos patients, une augmentation du score du handicap a été attendue à cause des effets liés à la chirurgie et aux traitements complémentaires, à savoir la radiothérapie et la curiethérapie, lors des premières phases d'enregistrements post-opératoires 1 et 2.

Cette hypothèse a été partiellement confirmée dans la mesure où l'altération et la dégradation ont été omniprésentes à travers l'évaluation de la qualité de parole et du ressenti en Post-Op1, mais pas forcément en Post-Op2. En effet, chaque patient apprécie bien son état selon la prise en charge chirurgicale et thérapeutique qu'il a subie.

Nous pensions constater une récupération perceptive au niveau de la qualité de parole et du ressenti des patients, lors des dernières phases qui se manifesterait par une diminution du score, en rapport avec le délai opératoire et la rééducation orthophonique.

Cette hypothèse émise au départ se confirme à partir du Post-Op2.

En effet, lors du Post-Op2, les réponses des patients témoignent d'une amélioration de la qualité de parole et du ressenti au vu d'une diminution des scores totaux, parole (S) et psychosocial (PS). Nous pouvons imaginer que la qualité de parole et du ressenti relevés auprès d'un patient ayant subi une glossectomie partielle sont moins importants que chez un patient qui a subi une pelvi-glossectomie ou une glossectomie totale suivie d'une reconstruction. Une progression dans l'amélioration de la qualité de vie et du ressenti a été remarquée en post-op3. Cette amélioration peut être liée au temps pour certains patients et à la rééducation orthophonique pour d'autres. Les résultats des analyses statistiques effectuées pour chaque score ont corroboré ces conclusions.

Nous supposions que le facteur « sessions » de passation du (SHI) aurait un effet significatif sur les scores totaux, les scores totaux parole (S) et l'aspect psychosocial (PS) des patients.

Il est vrai que le facteur « sessions » de passation du (SHI) a un effet significatif sur les scores totaux, les scores totaux parole (S) et l'aspect psychosocial (PS) des patients. Les résultats de l'analyse statistique ont confirmé cette hypothèse.

Quelques limites et perspectives de la thèse

Concernant les limites de notre travail de recherche, elles résident, à notre avis, essentiellement dans la procédure d'acquisition des données retenues pour cette étude. Rappelons que toutes nos expériences ont été réalisées sur la base de signaux acoustiques acquis auprès de patients glossectomisés. Cependant, des données supplémentaires articulatoires acquises par *Ultrason*, par exemple, auraient été plus enrichissantes pour notre travail. En effet, cela devrait permettre de tirer des conclusions articulatori-acoustiques plus sûres, en mettant en relation les gestes de la langue, les stratégies élaborées par les patients après glossectomie et la sortie acoustique. Corréler les résultats articulatoires et acoustiques avec les données des autoévaluations pourrait permettre l'élaboration de contraintes sensori-motrices qui prennent en considération les relations entre les gestes articulatoires, le niveau acoustique et les efficiences perceptives. Cette démarche pourrait se réaliser à l'aide de modèles géométriques du conduit vocal (par ex. Laprie & Busset, 2011) et de modèles biomécaniques (par ex. Perrier *et al.,* 2011) ; cela ferait suite à un programme de recherche « Percevoir : une histoire sensori-motrice d'événements audibles et visibles », Programme de la MISHA, 2013-2017.

Des données IRMf sur l'activation motrice de la parole après ablation de la langue pourraient aussi offrir des informations complémentaires et permettre de consolider nos résultats sur les réajustements spatiotemporels éventuellement décelables au niveau des régions cérébrales.

Travailler sur une pathologie lourde, telle que la glossectomie, pose le problème du recrutement de patients. Disposer d'une cohorte importante et homogène dans ce genre d'investigation est quasiment improbable pour diverses raisons, y compris la diversité des carcinomes et de leurs prises en charge, la difficulté de mettre en place et de coordonner les séances d'acquisition de données, lorsqu'il s'agit de travailler dans des conditions hospitalières. En effet, la prise en charge de patients atteint de cancers endo-buccaux est assez particulière. Nous devons garder à l'esprit que le patient peut être dans un état de stress constant, vivant dans l'angoisse due à la maladie et à la mutilation des traitements en cancérologie ORL.

En conséquence, la cohorte à partir de laquelle nous avons mené nos investigations reste relativement faible et hétérogène. Cela dit, l'analyse de nos données était assez fine et relativement précise, étant donné le nombre peu élevé de participants à étudier. Nous avons formé deux

groupes de patients (chaque groupe ayant subi le même type d'exérèse), mais suite à des différences dans les reconstructions ou des traitements thérapeutiques, nous avons tout de même décidé de décrire individuellement chaque patient. De ce fait, notre recherche constitue plutôt une étude de cas cliniques. Pour certains cas, nous avons préférablement considéré que l'homogénéité résidait au niveau des productions des différents patients. Néanmoins, pour d'autres cas, au vu des déviations saillantes entre les productions suite aux différentes exérèses, et surtout quand celles-ci étaient suivies d'une reconstruction, nous étions dans l'obligation de renoncer à cette démarche. Nos résultats reposent sur un nombre réduit de participants, ce qui entrave quelque peu la rigueur statistique et provoque certaines limites dans toute démarche statistique qui se voudrait robuste. La notion de tendance est donc évoquée pour faire part de certains résultats. Nous avons tout de même pu affirmer quelques conclusions qui nous paraissaient plutôt sûres grâce à l'observation de résultats récurrents.

Nous avons relevé une importante variabilité inter et intra individuelle au niveau des résultats des patients. Ces divergences nous semblent inévitables, émettre des généralités dans le cas de l'étude de locuteurs pathologiques étant risqué, surtout lorsque des caractéristiques particulières et propres à chaque patient glossectomisé sont si souvent saillantes. Néanmoins, ces différentes investigations mériteraient d'être prolongées avec un nombre plus conséquent de locuteurs, afin de pouvoir former des groupes relativement homogènes de patients ayant subi la même résection et les mêmes traitements post-opératoires, par exemple. Dans un futur travail, nous aimerions également enrichir notre étude en réalisant des tests de perception. L'intelligibilité des productions des différents patients pourrait ainsi être jugée grâce à ces tests. Aussi, ces derniers permettraient d'évaluer le degré de sévérité du handicape après glossectomie et voir si les paramètres étudiés vont, ou non, dans le même sens avec les données acoustiques analysées. Notre hypothèse est que le manque de précision des gestes, visible sur le signal sonore, pourrait être perçu dans les tests de l'intelligibilité de la parole, non seulement par des phonéticiens mais aussi par des auditeurs non spécialistes. Si nous avons favorisé dans notre travail des analyses qui reposent sur des données objectives, des tests de perception pourraient enrichir les résultats apportés dans cette présente étude. En réalité, nous avons entamé une étude préliminaire sur la perception et l'intelligibilité de la parole après glossectomie qui sera poursuivie ultérieurement.

Pour conclure…

De façon générale, ce travail consistait en une étude de la parole pathologique, et plus précisément d'une investigation sur la production de la parole après une glossectomie partielle ou totale. Comme nous l'avons vu tout au long du travail, nos investigations ont reposé sur des analyses acoustiques de la parole après exérèse carcinologique localisée dans le système de production de la parole, au niveau du conduit vocal.

Signalons que les investigations acoustiques sur la parole après glossectomie sont peu nombreuses, surtout après une ablation totale de la langue, puisque ces pratiques cliniques sont de plus en plus rares.

L'objectif principal de cette recherche était de mettre au jour les perturbations sous forme de répercussions de la glossectomie sur la parole et les éventuelles stratégies compensatoires que les patients pouvaient déployer.

Nous avons rencontré plusieurs difficultés durant cette recherche qu'il nous semble important de rappeler brièvement ici. Ces difficultés résidaient dans l'étude de la nature même de cette pathologie, la collecte des données, ainsi que le traitement et les interprétations des données obtenues. En effet, tout au début de notre travail, la première difficulté que nous avions rencontrée était liée au recrutement de la population de patients glossectomisés à cause de la gravité de la pathologie. Nous n'avons pu commencer cette collecte des données que deux ans après le début de la thèse, cela pour des raisons indépendantes de notre volonté, notamment celles relatives à la mise en place des collaborations et la rareté des patients glossectomisés dans la région. De plus, il s'agissait de tenir compte de l'état psychique du patient qui pouvait manifester une certaine anxiété préopératoire, en pensant naturellement au déroulement de son opération et aux conséquences postopératoires. Les difficultés de collecte de données s'accentuent surtout dans les phases postopératoires, suite aux effets parfois néfastes de la chirurgie et des traitements complémentaires. Plusieurs patients ont décidé de se retirer de l'étude à partir du Postop1, et d'autres en Postop2 suite à diverses complications. 4 patients, dans un stade assez avancé de la tumeur, ont malheureusement quitté ce Monde. La localisation géographique de certains patients était un facteur défavorable pour le suivi et les enregistrements postopératoires. Il n'était pas toujours facile pour nous d'aller vers les patients en état d'hospitalisation pour un cancer, et encore

moins de solliciter leur parole et leur demander de répéter le contenu de notre corpus, en espérant ne pas les fatiguer davantage.

Vu les circonstances hospitalières citées *supra*, nous étions dans l'obligation de nous adapter à l'état de chaque patient et d'alléger au maximum notre protocole expérimental. Ce sont là les contraintes habituelles des études longitudinales de ce genre. Travailler sur la parole de locuteurs pathologiques n'est donc pas toujours une tâche évidente. En effet, nous nous sommes confrontée à une multitude de paramètres interdépendants qui devaient être pris en compte lors de l'interprétation de nos données.

Ce genre d'étude impose une rigueur, une recherche de cohérence et surtout de la précision dans l'analyse de données, tout en relativisant la robustesse des résultats statistiques.

Malgré ces problèmes, nous avons pu mettre en exergue, dans cette recherche, certains enseignements relatifs aux stratégies de compensation déployées par les patients glossectomisés, seuls ou à l'aide de la rééducation orthophonique, suivant la taille, le site de la lésion et le type d'exérèse. Une des particularités de la parole pathologique observée chez ces locuteurs, réside dans le fait qu'en phase postopératoire3, ces patients avaient la capacité de remédier à leurs handicaps grâce à des manœuvres qui leur permettaient d'atteindre approximativement les « cibles » phonétiques exigées par l'expérimentateur, ou des réalisations plus ou moins comparables à celles que le patient pouvait initialement produire en phase préopératoire. Signalons que nos patients présentaient, en phases postopératoires, des zones de cibles articulatori-acoustiques dans un espace plus élargi, par rapport à leur propre espace préopératoire ou par rapport à celui d'un locuteur contrôle. Cependant, sur le plan perceptif, ces espaces ne sont pas dans tous les cas viables, indiquant ainsi la limite des stratégies de compensation et les bornes des domaines de viabilité de leurs productions. Dans cette étude, nous avons dû nous expliquer constamment avec le phénomène de la variabilité, particulièrement prononcée dans les productions pathologiques.

Bibliographie

Abry, C., Benoit, C., Boë, L.J., & Sock, R. (1985). Un choix d'événements pour l'organisation temporelle du signal de parole. *14èmes Journées d'Etudes sur la Parole, Société Française d'Acoustique*, 133-137.

Acher, A., Fougeron, C., Crevier-Buchman, L., Mirghani, H., Vaissiere, J. (2009). Etude perceptive et articulatoire à partir de données échographiques de la langue chez des patients hémiglossectomisés. In *Troisièmes Journées de Phonétique Clinique* · 4-5 décembre 2009 · Aix-en-Provence

Acher, A., Sato, M., Lamalle, L., Vilain, C., Savariaux, C., Gerber, S., Attye, A., Krainik, A., Bettega, G., Righini, C.A., others. (2014). Evolution des activations cérébrales lors de la production de parole après exérèse au niveau de la cavité orale. In *XXX*^{ièmes} *Journées d'Etudes Sur La Parole* (*JEP2014*). Paper–28.

Adelstein, D.J., Tan, E.-H., Lavertu, P. (1996). Treatment of head and neck cancer: the role of chemotherapy. *Critical reviews in oncology/hematology 24*, 97–116.

Agnello J., (1975). Voice Onset and Voice Termination features of stutterers. In L. M. Webster & L.C. Furst (Eds.), *Vocal tract dynamics and dysfluency*. 940-954, New York: Speech and Hearing Institute

Albert, S., Guedon, C., (2011). Chirurgie reconstructrice par lambeaux micro-anastomosés en carcinologie cervico-faciale. *La Lettre du Cancérologue / N° 2 / févr. 2011*

Allen, F. M., Shockley, W. W. (2011) Cancer de la cavité buccale et de l'oropharynx. *Médecine interne de Netter, Elsevier*, 656–662.

Aubin J.-P. Cellina A., (1984). *Differential inclusions*. New York : Springer Verlag.

Auzou, P., (2007). Anatomie et physiologie de la déglutition normale. *Kinésithérapie, la revue 7*, 14–18.

Babel, M. (2012). Evidence for phonetic and social selectivity in spontaneous phonetic imitation. *Journal of Phonetics, 40*(1), 177–189.

Babin, E. (2011). *Le cancer de la gorge et la laryngectomie : la découration.* Paris : L'Harmattan.

Barthélémy, I., Sannajust, J.-P., Revol, P., Mondié, J.-M. (2005). Cancers de la cavité buccale. Préambule, épidémiologie, étude clinique. *EMC - Stomatologie 1*, 277–294.

Bechet (2011). *Perturbation de la production des occlusives chez des locuteurs présentant une division palatine ou labio-palatine* (Thèse de doctorat). Université de Strasbourg.

Benadiba, L., (2004). *ORL, stomatologie, chirurgie maxillo-faciale*. Issy-les-Moulineaux : Masson.

Biglioli, F., Liviero, F., Frigerio, A., Rezzonico, A., Brusati, R. (2006). Function of the sensate free forearm flap after partial glossectomy. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery 34,* 332–339.

Binder-Foucard F. Belot A, Delafosse P, et al. (2013). *Estimation nationale de l'incidence, et de la mortalité par cancer en France entre 1980 et 2012. Partie 1 – Tumeurs solides*, http://www.e-cancer.fr/publications/69-epidemiologie/696-estimation-nationale-de-lincidence-et-de-la-mortalite-par-cancer-en-france-entre-1980-et-2012-partie-1-tumeurs-solides, consulté le 01/12/2018.

Bjordal, K. Kaasa, S & Mastekassa, A. (1994). Qualitiy of life in patients treated for head and neck cancer: follow-up study 7 to 11 years after radiotherapy. *Emotional journal of radiation oncology biological physics 28.* 847-56.

Blumstein, S. E. (1986). On acoustic invariance in speech. In J. S. Perkell & D. H. Klatt (Eds.), *Invariance and variability in speech processes.* (pp. 178–193). Hilsdale, New Jersey: Lawrence

Erlbaum.
Blumstein, S. E. (1989). Theoretical implications of the quantal nature of speech : a commentary. *Journal of Phonetics, 17*, 55–61.
Boë, L.-J., Heim, J.-L., Honda, K., Maeda, S., Badin, P., Abry, C. (2007). The vocal tract of newborn humans and Neanderthals: Acoustic capabilities and consequences for the debate on the origin of language. A reply to Lieberman (2007a). *Journal of Phonetics, 35*, 564–581.
Boersma, P., & Weenink, D. (2018). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 6.0.40, retrieved August 2019 from http://www.praat.org/
Bouarourou, F., Vaxelaire, B., Ridouane, R., Hirsch, F., & Sock, R. (2010). La résistivité de la gémination en tarifit. In *Actes des 28e Journées d'Étude sur la Parole.* (pp. 341–345). Mons.
Bozec, A., Poissonnet, G., Converset, S., Lattes, L., Chamorey, E., Vallicioni, J., Demard, F., Dassonville, O. (2007). La reconstruction mandibulaire par lambeaux libres osseux: résultats fonctionnels. *Annales d'Otolaryngologie et de Chirurgie Cervico-faciale 124*, 16–24.
Brasnu, D., Poncet, J.-L., Beauvillain, C., Marandas, P., Pignat, J.-C., Barry, B., Reyt, E. (2007). Cancer de la langue mobile. In *Annales d'Otolaryngologie et de Chirurgie Cervico-Faciale124* (5), Elsevier Masson, pp. 244–251.
Bressmann, T. Sader, R. Whitehill, T. L. Samman, N. (2004). Consonant intelligibility and tongue motility in patients with partial glossectomy. *J. Oral Maxillofac. Surg., 62* (3), 298–303.
Bressmann, T., Ackloo, E., Heng, C.-L., Irish, J.C. (2007). Quantitative three-dimensional ultrasound imaging of partially resected tongues. *Otolaryngol Head Neck Surg 136*, 799–805.
Bressmann, T., Rastadmehr, O., Smyth, R., Irish, J.C., (2009). P2.84. Ultrasound imaging of tongue movement and speech in partial glossectomy patients. *Oral Oncology Supplement 3*, 162–200.
Bressmann, T., Uy, C. J., Irish, C. (2005). Analysing normal and partial glossectomee tongues using ultrasound. *Clin Linguist Phon, 19,* (1), 35–52.
Browman, C. P., & Goldstein, L. (1989). Articulatory gestures as phonological units. *Haskins Laboratories Status Report on Speech Research, 99/100*, 69–101
Buchaillard, S. I., Ong, S. H., Payan, Y., et al. (2007). 3D statistical models for tooth surface reconstruction, *Computers in Biology and Medicine, 37*(10), 1461–1471.
Calliope &Tubach, J. P. (1989). *La Parole et son traitement automatique.* Paris : Masson.
Calmet-Smadja, M. Crevier-Buchman, L. Tessier, C. (2003). *Evaluation de la qualité de vie après glossectomie partielle : étude des corrélations entre la qualité de vie, l'évaluation fonctionnelle et l'intelligibilité de la parole.* Paris, France.
Canault, M. (2007). *L'émergence du contrôle articulatoire au stade du babillage. Une étude acoustique et cinématique* (Thèse de doctorat). Université Marc Bloch-Strasbourg II.
Chitoran, I., Goldstein, L. M., Byrd, D. (2002). Gestural overlap and recoverability: articulatory evidence from Georgian. *Journal of Laboratory Phonology, 7*, 419–447.
Chuanjun, C., Zhiyuan, Z., Shaopu, G., Xinquan, J., Zhihong, Z. (2002). Speech after partial glossectomy: a comparison between reconstruction and nonreconstruction patients, *J. Oral Maxillofac. Surg., 60* (4), 404-407.
Chung, H., (2008). Radiology of inflicted trauma. *Journal de Radiologie 89*, 1342.
Clairet, S. (2004). Compensation articulatoire dans la production des occlusives du français (Thèse de doctorat). Aix-Marseille 1.
Clements, G. N., & Ridouane, R. (2006). Quantal phonetics and distinctive features: a review. In *Proceedings of ISCA Tutorial and Research Workshop on Experimental Linguistics* (pp. 28–

30). Athens, Greece.
Colangelo, L.A., Logemann, J.A., Rademaker, A.W. (2000). Tumor size and pretreatment speech and swallowing in patients with resectable tumors. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery 122*, 653–661.
Couly, G. (2005). Dangerosité en chirurgie maxillofaciale. *EMC - Stomatologie 1*, 345–352.
Couprie, C., (1993). Analyse des compensations articulatoires après glossectomie totale et proposition d'un protocole de rééducation. *Journées d'Etudes sur la Parole, Jun 2006, Dinard, France.* halshs-00717891
Crevier-Buchman, L. (2012). *Phonétique Clinique. Contribution à la compréhension de la voix et de la parole normale et pathologique* (Habilitation à Diriger des Recherches). Université d'Aix-Marseille.
Crevier-Buchman, L., Laccourreye, O., Wuyts, F., Monfrais-Pfauwadel, M. C., Pillot, C. et al. (1998). Comparison and evolution of perceptual and acoustic characteristics of voice after supracriciod partial laryngectomy with cricohyoidoepiglottopexy. *Acta Oto-laryngologica*, Taylor & Francis, pp.594-99.
Crouzet, O., Angoujard, J.-P. (2006). Théorie de la syllabe et durées vocaliques : Vers une interprétation unifiée du rôle de la structure syllabique et de la nature des segments., in: *XXVIèmes Journées d'Étude Sur La Parole*. IRISA (Institut de Recherche en Informatique et Systèmes Aléatoires)-CNRS/INRIA/Université de Rennes 1/INSA, pp. 243–246.
Darley, F.L., Aronson, A.E., Brown, J.R. (1969). Differential diagnostic patterns of dysarthria. *Journal of Speech and Hearing Research 12*, 246-269.
Degroote, G., Simon, J., Borel, S., Crevier-Buchman, L. (2012). The French version of Speech Handicap Index: validation and comparison with the Voice Handicap Index. *Folia Phoniatrica et Logopaedica, 64* (1), 20-25.
Dell, F. (1995) Consonant clusters and phonological syllables in French, *Lingua, 95* (1-3), 5-26.
Dinville, C. (1993). *Les troubles de la voix et leur rééducation*. Paris/ Milan : Masson.
Diz Dios, P., Fernández F. J., Castro, F. M., Alvarez, J. (1994). Functional consequences of partial glossectomy. *J. Oral Maxillofac. Surg., 52* (1), 12–14.
Docherty G. J., (1992). *The timing of voicing in British English obstruents*. New York : Foris.
Dubois, C. (2009). *Les bases neurophysiologiques de la perception audiovisuelle syllabique: étude simultanée en imagerie par résonance magnétique fonctionnelle et en électroencéphalographie* (*IRMf/EEG*) (Thèse de doctorat). Université de Strasbourg.
Dubreuil, C., & Céruse, P. (2004). *Guide pratique d'ORL.* Paris : Masson.
Duffy, J. R. (2005). *Motor speech disorders: Substrates, differential diagnosis, and management*. St. Louis/ Mo : Elsevier Mosby.
Dwivedi, R.C., Kazi, R.A., Agrawal, N., Nutting, C.M., Clarke, P.M., Kerawala, C.J., Rhys-Evans, P.H., Harrington, K.J. (2009). Evaluation of speech outcomes following treatment of oral and oropharyngeal cancers. *Cancer Treatment Reviews, 35,* 417–424.
Eadie, T., Yorkston, K., Klasner, E. R., Dudgeon, B. J., Deitz, J., Baylor, C., . . .Amtmann, D. (2006). Measuring communicative participation: a review of selfreport instruments in speech-language pathology. *American Journal of Speech-Language Pathology, 15*, 307-320.
Effron, MZ, Johnson, JT, Myers, EN, Curtin, H, Beery, Q, Sigler, B. (1981). Advanced carcinoma of the tongue. Management by total glossectomy without laryngectomy. *Arch Otolaryngol. 107*(11), 694-7.
Fant, G., (1960). *Acoustic theory of speech production.* S-Gravenhage: Mouton & Co.

Fauth, C. (2012). *Perturbation de la production de la parole suite à une opération de la glande thyroïde* (Thèse de doctorat). Université de Strasbourg.

Fauvet, F., Schulz, P., Debry, C., Hirsch, F., Sock, R. (2006). Intelligibilité de la parole après glossectomie totale et réhabilitation orthophonique précoce. In *Journées d'Etudes sur la Parole* (*JEP 2006*). halshs-00717891

Fernandes, R., Cusano, A., Goldman, N. (2009). One flap reconstruction of bilateral buccal mucosa and floor of mouth with a radial forearm free flap: "The aviator flap" design. *Oral Oncology Supplement, 3,* 147.

Fontan, L. (2012). *De la mesure de l'intelligibilité à l'évaluation* de la compréhension de la parole pathologique en situation de communication (Thèse de doctorat). Université Toulouse le Mirail-Toulouse II.

Forrest, Karen, Gary Weismer, Paul Milenkovic & Ronald N. Dougall. 1988. Statistical analysis of word-initial voiceless obstruents: preliminary data. *Journal of the Acoustical Society of America 84*(1),115–123.

Fowler and Saltzman (1993). Coordination and Coarticulation in Speech Production? *Language and speech.* https://doi.org/10.1177/002383099303600304

Francis, D.O., Mack, C., Yueh, B., Mock, C., Nathens, A. (2006). Air Bags Increase Facial Injuries in Low-Speed Crashes. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery, 135,* 89–90.

Furia, C. L. B, Kowalski, L.P., Latorre, M. R. D. O., Angelis, E.C., Martins, M. N. S., Barros, A. P. B., Rebeiro, K. C. B. (2001). Speech intelligibility after glossectomy and speech rehabilitation, *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg., 127*(7), 877–883.

Furia, C. L. B., Kowalski, L. P., Latorre, M. R. D. O., Angelis, E. C., Martins, N. M. S., Barros, A. P. B., et al. (2001). Speech Intelligibility after glossectomy and speech rehabilitation. *Archives of Otolaryngology, Head and Neck Surgery , 127*, 877 – 883.

Galantucci, B., Fowler, C. A., & Turvey, M. T. (2006). The motor theory of speech perception reviewed. *Psychonomic Bulletin & Review, 13*(3), 361-377.

Gapany, M. (2000). Use of radial forearm free flaps in oncologic surgery of the head and neck. *Operative Techniques in. Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 11*, 184–192.

Gauthier, F. (2010). L'accompagnement psychologique du patient et de sa famille en cancerologie ORL. In *Prise en charge orthophonique en cancerologie ORL* (269-279). Marseille : Solal.

Gendrot, C., Adda-Decker, M. (2005). Impact of duration on F1/F2 formant values of oral vowels: an automatic analysis of large broadcast news corpora in French and German. In *Proceedings of the 6thInterspeech.* (pp. 2453–2456).

Giovanni & Robert, 2010. *Prise en charge orthophonique en cancerologie ORL.* Marseille : Solal.

Goguen, H., McBride, C., McKinna, J. (2006). Eliminating dependent pattern matching. In *Algebra, Meaning, and Computation*.

Goldinger, S. D. (1998). Echoes of echoes? An episodic theory of lexical access. *Psychological Review, 105*(2), 251–279.

Golfinopoulos E., Tourville J. A., Guenther, F. H. (2010). The integration of large-scale neural network modeling and functional brain imaging in speech motor control. *NeuroImage. 52*, 862–874.

Govokhina, O., Bailly, G., Breton, G., Bagshaw, P. (2006). Evaluation de systèmes de génération de mouvements faciaux. In *Journées d'Etudes Sur La Parole*, Jun 2006, Rennes, France. pp.305-308. ⟨hal-00366538⟩

Gregory, S. W., & Webster, S. (1996). A nonverbal signal in voices of interview partners effectively

predicts communication accommodation and social status predictions. *Journal of Personality and Social Psychology,70*, 1231–1240.

Gritz, ER, Vernon, SW, Peterson, SK, Baile, WF, Marani, SK, Amos, CI, Frazier, ML, Lynch, PM., (1999). Distress in the cancer patient and its association with genetic testing and counseling for hereditary non-polyposis colon cancer. *Cancer Res Ther Control 8*, 35–49

Guenter, F. H. (1995). A modeling framework for speech motor development and kinematic articulator control. In *Proceedings of the XIIIth International Congress of Phonetic Sciences*. Stockholm, Sweden.

Guenther, F. H. (1994). A neural network model of speech acquisition and motor equivalent speech production. *Biological Cybernetics, 72*, 43-53.

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., Gjaja, M. N. (1996). The perceptual magnet effect as an emergent property of neural map formation. *The Journal of the Acoustical Society of America, 100*, 1111-1121.

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.

Guerrier, Y., (1988). *Anatomie à l'usage des oto-rhino-laryngologistes et des chirurgiens cervico-faciaux. Tome 1 : Anatomie chirurgicale de l'os temporal, de l'oreille et de la base du crâne*. Joué-lès-Tours: La Simarre.

Hamann, J., Bello, F., Roberts, D., Smith, G., Scott, G. (2006). Three-Dimensional Nasal Changes & Simulation in Rhinoplasty. O*tolaryngology–Head and Neck Surgery, 135*, pp.147–P148.

Hammerlid, E., Ahlner-Elmqvist, M., Bjordal, K., Biörklund, A., Evensen, J., Boysen, M., Jannert, M., Kaasa, S., Sullivan, M., Westin, T. (1999). A prospective multicentre study in Sweden and Norway of mental distress and psychiatric morbidity in head and neck cancer patients. *British Journal of Cancer, 80*, pp.766–774

Hara, I., Gellrich, N.-C., Duker, J., Schön, R., Fakler, O., Smelzeisen, R., Honda, T., Satoru, O. (2003). Swallowing and speech function after intraoral soft tissue reconstruction with lateral upper arm free flap and radial forearm free flap. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 41,* 161–169.

Hardcastle, W. J. (1976). *Physiology of speech production: an introduction for speech scientists*. London ; New York : Academic Press.

Harmegnies, B., Delplancq, V. (2001). Evolution des structures de l'oral en formation de formateurs de FLE; une étude longitudinale de l'organisation du système vocalique français chez les lusophones. *Actas do XI° Congresso da Associação Aprolínguas "Línguas: mais que perfeito?"*, Universidade de Aveiro, 123-132.

Harmegnies, B., Poch, D. (1992). A study of style-induced vowel variability: laboratory versus spontaneous speech in Spanish. *Speech Communication, 11*, 429-437.

Harmegnies, B., Poch-Olivé, D. (1994). Formants frequencies variability in French vowels under the effect of various speaking styles. *Revue de physique, C5*, 509-512.

Hartig, G.K. (2007). Free Flaps in Oral Cavity Reconstruction: When You Need Them and When You Don't. *International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics, 69*, S19–S21.

Hatoko, M., Harashina, T., Inoue, T., Tanaka, I., Imai, K. (1990). Reconstruction of palate with radial forearm flap; a report of 3 cases. *British journal of plastic surgery, 43*, 350–354.

Hattori, M., Sumita, Y.I., Kimura, S., Taniguchi, H. (2010). Application of an automatic conversation intelligibility test system using computerized speech recognition technique. *Journal of Prosthodontic Research, 54,* 7–13.

Heller, K. S., Levy, J., Sciubba, J. J. (1991). Speech patterns following partial glossectomy for small tumors of the tongue, *Head Neck, 13*(4), 340-343.

Heller, K.S., Dubner, S., Keller, A. (1995). Long-term evaluation of patients undergoing immediate mandibular reconstruction. *The American journal of surgery, 170*, 517–520.

Herold, B., Bressmann, T., Quintero, J., Hielscher-Fastabend, M., Stenneken, P., Irish, J. (2010). Analysis of vowel-consonant-vowel sequences in patients with partial glossectomies using 2D ultrasound imaging. *Head and Neck, 30*, 718–726.

Hofstra, E., Hofer, S.O., Nauta, J., Roodenburg, J.L., Lichtendahl, D.H. (2004). Oral functional outcome after intraoral reconstruction with nasolabial flaps. *British Journal of Plastic Surgery, 57*, 150–155.

Honda, K. (1996). Organization of tongue articulation for vowels. *Journal of Phonetics, 24,* 39–52.

Huet, K., H., Harmegnies, B. (2000). Contribution à la quantification du degré d'organisation des systèmes vocaliques. *Journées d'Etudes sur la parole*, 225–228.

Imai S., & Michi, K. (1992). Articulatory function after resection of the tongue and floor of the mouth: palatometric and perceptual evaluation », *J Speech Hear Res, 35*(1), 68–78.

Jakobson, R. (1961). *Essais de linguistique générale*. Paris: Editions de minuit.

Kamina, P. (2013). *Anatomie clinique. 02, 02,* Paris: Maloine.

Kelso, J. A. S., & Tuller, B. (1983). "Compensatory articulation" under conditions of reduced afferent information: A dynamic formulation. *Journal of Speech and Hearing Research, 26*, 217–224.

Kent, R.D., Kent, J.F., Weismer, G., Duffy, J.R. (2000). What dysarthrias can tell us about the neural control of speech? *Journal of Phonetics, 28,* 273–302.

Kernahan D.A. (1971). The striped Y: a symbolic classification of cleft lips and palates. *Plastic and Reconstructive Surgery, 47*, 467-470.

Klaiman, P., Witzel, M.A., Margar-Bacal, F., Munro, I.R. (1988). Changes in aesthetic appearance and intelligibility of speech after partial glossectomy in patients with Down syndrome. *Plastic and. reconstractive surgery, 82,* 403–408.

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.

Koenigs, J.W. (1975). Hydrogen peroxide and iron: a microbial cellulolytic system? *Biotechnol Bioeng Symp*, 151–159.

Kolb, F. (2009). Lambeaux libres et reconstruction en carcinologie cervicofaciale : état des lieux après 20 ans. *Annales d'Otolaryngologie et de Chirurgie Cervico-faciale, 126,* 226–235.

Konstantinovic VS, Dimic ND. (1998). Articulatory function and tongue mobility after surgery followed by radiotherapy for tongue and floor of the mouth cancer patients. *British Journal of Plastic Surgery, 51*, 589–593.

Konstantinović, V. S., & Dimić, N. D. (1998). Articulatory function and tongue mobility after surgery followed by radiotherapy for tongue and floor of the mouth cancer patients, *Br J Plast Surg, 51*(8), 589–593.

Konstantinović, V.S., Dimić, N.D. (1998). Articulatory function and tongue mobility after surgery followed by radiotherapy for tongue and floor of the mouth cancer patients. *British journal*

of plastic surgery, 51, 589–593.

Korpijaakko-Huuhka, A. M., Söderholm, A. L., Lehtihalmes, M. (1999). Long-lasting speech and oral-motor deficiencies following oral cancer surgery: a retrospective study. *Logopedics Phoniatrics Vocology, 24*(3), 97–106.

Kraus, N., McGee, T., Littman, T., Nicol, T., King, C. (1994). Non-primary auditory thalamic representation of acoustic change. *J. Neuro-physiol, 72*, 1270-1277.

Ladefoged, P. (1983). The linguistic use of different phonation types. In D. Bless & J. Abbs (Eds.), *Vocal fold physiology: Contemporary research and clinical issues* (pp. 351–360). San Diego : College Hill Press.

Landouzy, J.-M., Sellier, M.B., Fenart, R., Claire, J., Delattre, B., Delattre, A.S. (2008). Clinique et thérapeutiques des dysfonctions temporo-mandibulaires. *International Orthodontics, 6,* 139–167.

LaRiviere, C. Seilo, M. T., Dimmick, K. C. (1975). Report on the speech intelligibility of a glossectomee: perceptual and acoustic observations. *Folia Phoniatr* (*Basel*)*, 27*(3), 201–214.

Le Huche, F., Allali, A. (2010). *Chapitre 4: Anatomie et physiologie du larynx. In La voix : Tome 1, anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole* (pp. 56-105). Paris : Elsevier Masson.

Lebeau, J., Perrier, P. & al. (1998). La parole après reconstruction des pertes de substances endobuccales induites par exérèse carcinologique, quels outilsd'évaluation, pour quelle fiabilité et quelle reproductibilité. In *A. M., Jortay, Réhabilitation anatomique et fonctionnelle après les traitements des cancers bucco-pharyngés* (pp. 161–170). Paris: EDK.

Leemans, C.R. (2007). PD11 Surgery for advanced oral and oropharyngeal cancer: when comes comorbidity into play in decision making? *Oral Oncology Supplement, 2,* 67.

Lehiste, I. (1970). *Suprasegmentals*. Cambridge, Mass : M.I.T. Press.

Leipzig, B., Zellmer, J. E., Klug, D. (1985). The role of endoscopy in evaluating patients with head and neck cancer. A multi-institutional prospective study. *Arch Otolaryngol. 111*(9), 589-94.

Leonard, R., Goodrich, S., McMenamin, P., & Donald, P. (1992). Differentiation of speakers with glossectomies by acoustic and perceptual measures. *American Journal of Speech-Language Pathology, 1*, 56 – 63.

Leplege (A.). (1999). *Que sais-je ?*. Paris : Ed. PUF.

Liberman, A. M., & Mattingly, I. G. (1985). The motor theory of speech production revised. *Cognition, 21*, 1–36.

Liberman, A. M., Cooper, F. S., Shankweiler, D. P., & Studdert-Kennedy, M. (1967). Perception of the speech code. *Psychological Review, 74*, 431–461.

Ligier, K., Belot, A., Launoy, G., Velten, M., Delafosse, P., Guizard, A.V. (2017). Épidémiologie des cancers de la cavité buccale en France Epidemiology of oral cavity cancers, in France. *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-Faciale, 112*(3), 164-171

Ligier, K., Dantony, E., Bossard, N., Molinié, F., Defossez, G., Daubisse-Marliac, L., Remontet, L., Uhry, Z. (2017). Projection de l'incidence et de la mortalité par cancer en France métropolitaine en 2017. *Rapport technique.* Saint-Maurice : Santé publique France.

Lindblom B. & Studdert-Kennedy M., (1967). On the role of formant transitions invowel perception. *Journal of the Acoustical Society of America, 42*(4), 830-843.

Lindblom, B. (1963). On vowel reduction (Ph.D. thesis). In *The Royal Institute of Technology, Speech Transmission Laboratory, 29*.

Lindblom, B. (1983). Economy of speech gesture. In *MacNeilage, The production of speech*, 217-245

(Springer, New-York).
Lindblom, B. (1987). Absolute Constancy and Adaptative Variability: two Themes in the Quest for Phonetics Invariance. In *Proceedings of the 11th International Congress of Phonetic Sciences* (Vol. 3, pp. 1–18).
Lindblom, B. (1990). Explaining phonetic variation: a sketch of the H&H theory. In A. Marchal & W. J. Hardcastle & (Eds.), *Speech production and speech modelling* (pp. 403–439). Netherlands: Springer.
Lindblom, B., & Engstrand, O. (1989). In what sense is speech quantal? *Journal of Phonetics, 17*, 107–121.
Lindblom, B., & Lindgren, R. (1985). Speaker-listener interaction and phonetic variation. *Phonetic Experimental Research*, *4*, 77–85.
Lisker, L., Abramson, A., (1964). A cross-language study of voicing in initial stops : acoustic measurements. *Word, 20*, 384-422.
Llewellyn, A. (1984). Self-esteem in children with physical disabilities. *Developmental Medicine and Child Neurology, 43*(1). Cambridge University Press.
Losse, H. (1975). Treatment of renal hypertension. *Clin. Nephrol, 4,* 194–197.
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
Mády, K., Sader, R., Hoole, P. H., Zimmermann, A., Horch, H. H. (2003). Speech evaluation and swallowing ability after intra-oral cancer. *Clin Linguist Phon, 17*(4-5), 411–420.
Magrin, J., Kowalski, L.P., Sabóia, M., Sabóia, R.P. (1996). Major Glossectomy: end results of 106 cases. *European Journal of Cancer Part B: Oral Oncology, 32,* 407–412.
Marandas, P. (2004). *Cancers des voies aéro-digestives supérieures: données actuelles*. Paris : Masson.
Marandas, P. (2006). Chirurgies des tumeurs malignes du plancher buccal : exérèse et réparation. *Techniques chirurgicales - Tête et cou*, EMC (Elsivier SAS, Paris), 46-240
Marniemi, J., Parkki, M.G. (1975). Radiochemical assay of glutathione S-epoxide transferase and its enhancement by phenobarbital in rat liver in vivo. *Biochemical Pharmacology, 24,* 1569–1572.
Marshall J., & Duguay M. S. (1964). Speech after Glossectomy. *New York State Journal of Medicine, 15*, 1836–1838.
Matsui, Y., Ohno, K., Shirota, T., Imai, S., Yamashita, Y., Michi, K. (1995). Speech function following maxillectomy reconstructed by rectus abdominis myocutaneous flap. *J Craniomaxillofac Surg, 23,* 160–164.
Mattingly,1.G., Liberman, A.M. (1990). Speech and other auditory modules. In G.M. Edelman,W.E.Gall,& .M. Cowan (Eds.), *Signal and sense: Local and global order in perceptual mas* (pp.501-519). New York:Wiley.
McCombe, D., Lyons, B., Winkler, R., Morrison, W. (2005). Speech and swallowing following radial forearm flap reconstruction of major soft palate defects. *British Journal of Plastic Surgery, 58,* 306–311.
McConnel, F.M.S.,Teichgraeber, J.F., Alder, R.K. (1987). A comparison of three methods of oral reconstruction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 113496- 500
Meyerson, M.D., Johnson, B.H., Weitzman, R.S. (1980). Rehabilitation of a patient with complete mandibulectomy and partial glossectomy. *American journal of otolaryngology, 1,* 256–261.
Michiwaki, Y., Schmelzeisen, R., Hacki, T., Michi, K. (1992). Articulatory function in glossectomized patients with immediate reconstruction using a free jejunum flap, *Journal of Cranio-*

Maxillofacial Surgery, 20(5), 203–210.
Morin M. (2004): *Parcours de santé*. Paris : Armand Colin
Munot, P. . Neve, F.-X. (2002). *Une introduction à la phonétique: manuel à l'intention des linguistes, orthophonistes et logopèdes*. Liège : Éd. du CEFAL,.
Navez, M.-L. (2007). Douleur des cancers ORL au stade des séquelles. *Annales d'Otolaryngologie et de Chirurgie Cervico-faciale, 124,* S39–S44.
Nguyen, N.P., Frank, C., Moltz, C.C., Vos, P., Smith, H.J., Bhamidipati, P.V., Karlsson, U., Nguyen, P.D., Alfieri, A., Nguyen, L.M., Lemanski, C., Chan, W., Rose, S., & Sallah S. (2006). Aspiration rate following chemoradiation for head and neck cancer: an underreported occurrence. *Radiotherapy & Oncology, 80*(3), 302–6.
Nguyen, N.P., Frank, C., Moltz, C.C., Vos, P., Smith, H.J., Nguyen, P.D., Martinez, T., Karlsson, U., Dutta, S., Lemanski, C., Nguyen, L.M.,& Sallah, S. (2009). Analysis of factors influencing aspiration risk following chemoradiation for oropharyngeal cancer. *British Journal of Radiology, 82*(980), 675–80
Nguyen, N.P., Moltz, C.C., Frank, C., Vos, P., Smith, H.J., Nguyen, P.D., Nguyen, L.M., Dutta, S., Lemanski, C., Sallah, S. (2007). Impact of swallowing therapy on aspiration rate following treatment for locally advanced head and neck cancer. *Oral Oncology, 43,* 352–357.
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. (1975). The temporal regulation of speech. In Auditory Analysis an Perception of Speech, edited by *G. Fant and M. Tatham Academic*, London, 431-453.
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. *The 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.
Panchal, J., Potterton, A.J., Scanlon, E., McLean, N.R. (1996). An objective assessment of speech and swallowing following free flap reconstruction for oral cavity cancers. *Br J Plast Surg, 49,* 363–369.
Pardo, J. S. (2006). On phonetic convergence during conversational interaction. *The Journal of the Acoustical Society of America, 119*(4), 2382–93.
Pauchot, J., Remache, D., Chambert, J., Elkhyat, A. & Jacquet, E. (2013). Finiteelement analysis to determine stress fields at the apex of V-Y flaps. *European Journal of Plastic Surgery 36*(3), 185–190.
Pauloski, B. R. Logemann JA, Rademaker AW, et al. (1993). Speech and swallowing function after anterior tongue and floor of mouth resection with distal flap reconstruction, *J Speech Hear Res, 36*(2), 267–276.
Pauloski, B. R., Logemann, J. A., Rademaker, A. W., McConnel, F. M. S., Hesier, M. A., Cardinale, S., et al. (1993). Speech and swallow function after anterior tongue and fl oor of mouth resection with distal fl ap reconstruction. *Journal of Speech and Hearing Research, 36*, 267–276.
Pauloski, B.R., Rademaker, A.W., Logemann, J.A., Colangelo, L.A. (1998). Speech and swallowing in irradiated and nonirradiated postsurgical oral cancer patients. *Otolaryngol Head Neck Surg,*

118, 616–624.

Penn, M., Grossmann, Y., Shifman, A., Taicher, S. (2007). Implant-retained feeding aid prosthesis for a patient following total glossectomy and laryngectomy: a clinical report. *J Prosthet Dent, 97*, 261–265.

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.

Perrier, P., Lœvenbruck, H., Payan, Y. (1996). Control of tongue movements in speech: the Equilibrium Point Hypothesis perspective. *Journal of Phonetics, 24,* 53–75.

Pharaboz, C., Carpentier, P. (2008). L'articulation temporo-mandibulaire en 2008. *Journal de Radiologie, 89,* 1342.

Pharaboz, C., Carpentier, P. (2009). Exploration en IRM des articulations temporo-mandibulaires. *Journal de Radiologie, 90,* 642–648.

Portmann, M., & Portmann, D. (1991). *Oto-rhinolaryngologie*. Paris : EMC.

Po-Wing Yuen, A. (2004). Cancer of the tongue. *Operative Techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 15,* 234–238.

Prades, J.-M., Schmitt, T., Timoshenko, A. (2004). Cancers de la langue. *EMC - Oto-rhino-laryngologie, 1*(1), 35–55

Prince, S., Bailey, B.M.W. (1999). Squamous carcinoma of the tongue: review. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 37*, 164–174.

Quintero, J., Bressmann, T., Mady, K., Beer, A. (2009). P1.93. Dynamic magnetic resonance imaging and videofluoroscopy of partial glossectomies' speech. *Oral Oncology Supplement, 3,* 153.

Rastadmehr, O., Bressmann, T., Smyth, R., & Irish, J.C. (2008). Increased midsagittal tongue velocity as indication of articulatory compensation in patients with lateral partial glossectomies. *Head and Neck, 30*(6), 718-726.

Rentschler, G. J., Mann, M. B. (1980). The effects of glossectomy on intelligibility of speech and oral perceptual discrimination, *J Oral Surg, 38*(5), 348–354.

Reshetov, I.V., Shtansky, D.V., Filushin, M.M., 2009. P1.92. The multicomponent coatings influence on the biocompatibility of load-bearing implants. *Oral Oncology Supplement, 3,* 153.

Rinkel, R.N., Verdonck-de Leeuw, I.M., van Reij, E.J., Aaronson, N.K., Leemans, C.R. (2008). Speech Handicap Index in patients with oral and pharyngeal cancer: better understanding of patients' complaints. *Head & Neck, 30*(7), 868-874.

Rives, M. et Woisard-Bassols, V. (2011). Troubles de la déglutition après radiothérapie. In Woisard-Bassols, V. et Puech, M. *La réhabilitation de la déglutition chez l'adulte le point sur la prise en charge fonctionnelle*. Marseille : Solal, 2011. p.352-358

Roenigk, H.H. (1976). Vasculitis. *Int. J. Dermatol. 15,* 395–404.

Rouvière, H. Delmas, A. Delmas, V. (2002). *Tête et cou*. Paris : Masson.

Sajjadian, A., Deschler, D.G., Hayden, R.E. (1999). Free Flap Reconstruction after Near-Total Glossectomy in the Child. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 120*, 614–616.

Sakuraba, M., Asano, T., Miyamoto, S., Hayashi, R., Yamazaki, M., Miyazaki, M., Ugumori, T., Daiko, H., Kimata, Y. (2009). A new flap design for tongue reconstruction after total or subtotal glossectomy in thin patients. *J Plast Reconstr Aesthet Surg, 62,* 795–799.

Savariaux C., Perrier P., Lebeau J., Magana G. & Dorange-Pattoret C., (2000). Production de la parole après traitement de la cavité endobuccale. *23e Journées d'Étude sur la Parole*, Aussois, France, 433-436.

Savariaux C., Perrier P., Orliaguet, J.P.(1995).Compensation strategies for the perturbation of the rounded vowel [u] using a lip tube: A study of the control space in speech production. *The Journal of the Acoustical Society of America, 98*(5), 2428-2442

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.

Savariaux, C. Perrier, P. Orliaguet, J. P. Schwartz, J. L. (1999). Compensation strategies for the perturbation of French [u] using a lip tube. II. Perceptual analysis. *J. Acoust. Soc. Am., 106*(1), 381–393.

Savariaux, C., Perrier, P., Lebeau,J., Magaña, G., Dorange-Pattoret, C. (2000). Production de parole après traitements de cancers de la cavité endobuccale. In *Proceedings of the XXIIIrd Journées d'Etude de la Parole*, (pp 433-436), Aussois, France.

Savariaux, C., Perrier, P., Pape, D., Lebeau, J. (2001). Speech production after glossectomy and reconstructive lingual surgery: a longitudinal study. In *Proceedings of the 2nd International Workshop on Models and Analysis of Vocal Emissions for Biomedical Applications* (*MAVEBA*). Firenze, Italy.

Savariaux, C., Vilain, C., Baciu, M., Abry, C., Perrier, P., Lebeau, J., Segebarth, C. (2008). Réorganisation du conduit vocal et réorganisation corticale de la parole: de la perturbation aux lèvres à la glossectomie. *Études acoustiques et IRMf. Editions de la Maison des sciences de l'Homme* (pp. 5–21).

Schliephake, H., Schmelzeisen, R., Schönweiler, R., Schneller, T., Altenbernd, C. (1998). Speech, deglutition and life quality after intraoral tumour resection. A prospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg, 27,* 99–105.

Schoentgen, J., de Guchteneere, R. (1995). Time series analysis of jitter. *Journal of Phonetics, 23,* 189–201.

Schwartz, J.-L., Abry, C., Boë, L.-J., Ménard, L., Vallée, N. (2005). Asymmetries in vowel perception, in the context of the Dispersion–Focalisation Theory. *Speech Communication, 45,* 425–434.

Schwartz, J.-L., Boë, L.-J., Vallée, N., Abry, C., 1997. The Dispersion-Focalization Theory of vowel systems. *Journal of Phonetics, 25*, 255–286.

Sharma, M., Iyer, S., Kuriakose, M.A., Vijayaraghavan, S., Arun, P., Sudhir, V.R., Chatni, S.S., Sharan, R. (2009). Functional reconstruction of near total glossectomy defects using composite gastro omental-dynamic gracilis flaps. *J Plast Reconstr Aesthet Surg, 62,* 1277–1280.

Shiley, S. G., Hargunani C. A., Skoner, J. M., Holland, J.M., Wax, M. K. (2006). Swallowing function after chemoradiation for advanced stage oropharyngeal cancer. *Otolaryngol Head Neck Surg. 134*(3), 455-459.

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 3e cycle). Institut de Phonétique de Grenoble, Université de Grenoble III.

Sock, R. (1998). *Organisation temporelle en production de la parole. Émergence de catégories sensori-motrices phonétiques*. (Doctorat d'état). Université de Grenoble.

Sock, R., & Löfqvist, A. (1995). Some Timing Constraints in the Production of Bilabial Stops. *Journal of Phonetics, 23*, 129–138.

Sock, R., & Vaxelaire, B. (2001). Réflexions sur le timing de la quantité. *Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg, TIPS, 31*, 89–126.

Sock, R., & Vaxelaire, B. (2004). *L'anticipation: A l'horizon du Présent*. Paris: Editions Mardaga.

Sock, R., Delattre, P. C., Doublier, D., & Zohair, L. (1989). Comment faire deux fois de suite la même chose à la fois. Stratégies de cinq locuteurs du français. In *Actes du Séminaire Variabilité et Spécificité du Locuteur : Etudes et Applications* (pp. 108–115). Marseille Luminy.

Sock, R., Hirsch, F., Laprie, Y., Perrier, P., Vaxelaire, B., Brock, G., … Sturm, J. (2011). An X-ray database, tools and procedures for the study of speech production. In *Proceedings of the 9th International Seminar on Speech Production* (*ISSP2011*) (pp. 41–48). Montréal.

Sock, R., Lofqvist, A., & Perrier, P. (1996). Kinematic and acoustic correlates of quantity in Swedish and Wolof: A cross language study. In *Proceedings of the 4th Speech Production Seminar* (pp. 81–84). Grenoble.

Sock, R., Vaxelaire, B., Roy, J. P., Ferbach-Hecker, V., & Hirsch, F. (2005). Temporal and spatial correlates of quantity contrasts in Wolof. Acoustic, kinematic and X-ray data. In J. Harrington & M. Tabain (Eds.), In *Speech Production. Models, phonetic processes, and tehniques* (pp. 253–273). New York and Hove : Psychology Press.

Sodoyer, D., Rivet, B., Girin, L., Savariaux, C., Schwartz, J.-L., Jutten, C. (2009). A study of lip movements during spontaneous dialog and its application to voice activity detection. *J. Acoust. Soc. Am., 125,* 1184–1196.

Stevens, K. N. (1972). The quantal nature of speech: evidence from articulatory acoustic data. In P. B. Denes & E. E. Davis Jr (Eds.), In *Human Communication: a Unified View* (pp. 51–66). New York : McGraw-Hill Book Company.

Stevens, K. N. (1985). Evidence for the role of acoustic boundaries in the perception of speech sounds. In V. A. Fromkin (Ed.), *Phonetic Linguistics: Essays in honor of Peter Ladefoged* (pp. 243–255). New York: Academic Press.

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. In *Phonetic Experimental Research at the Institute of Linguistics, University of Stockholm* (pp. 83–88). University of Stockholm, Sweden: Institute of Linguistics.

Stevens, K. N. (2000). *Acoustic Phonetics*. Boston: 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 D. E. Pisoni & R. E. Remez (Eds.), *Handbook of Speech Perception* (pp. 125–155). Cambridge: MA, Blackwell.

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., & 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., Keyser, S. J., & Kawasaki, H. (1986). Toward a phonetic and phonological theory of redundant features. In J. S. Perkell & D. H. Klatt (Eds.), *Invariance and variability in speech processes* (pp. 426–463). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Story, B. H. (2004) On the ability of a physiologically constrained area function model of the vocal tract to produce normal formant patterns under perturbed conditions, *J. Acoust. Soc. Am., 115*(4), 1760–1770.

Sun, J., Weng, Y., Li, J., Wang, G., Zhang, Z., 2007. Analysis of Determinants on Speech Function After Glossectomy. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 65,* 1944–1950.

Teguh, DN., Levendag, PC., Voet P, van der Est H, Noever I ., de Kruijf W, van Rooij P, Schmitz PI,

Heijmen BJ. (2008). Trismus in patients with oropharyngeal cancer: relationship with dose in structures of mastication apparatus. Head Neck, V (30) N 5, PP. 622-630.

Teichgraeber, J., Bowman, J., Goepfert, H. (1985). New test series for the functional evaluation of oral cavity cancer, *Head Neck Surg, 8*(1), 9-20.

Teichgraeber, J., Bowman, J., Goepfert, H. (1986). Functional analysis of treatment of oral cavity cancer . Arch. Otolaryngol. *Head Neck Surg., 112*(9), 959–965.

Teichgraeber, J., Bowman. J, SP-CCC Professor, Helmuth Goepfert, (1985). New test series for the functional evaluation of oral cavity cancer. *Head Neck*, Vol (8) n°1

Terai, H., Shimahara, M. (2000). Articulatory function in patients who have undergone glossectomy with use of an artificial graft membrane. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 89,* 560–562.

Terai, H., Shimahara, M. (2000). Articulatory function in patients who have undergone glossectomy with use of an artificial graft membrane. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 89,* 560–562.

Thibault C., Vernel-Bonneau F. (1999). *Les fentes faciales*. Paris : Masson ed., collection orthophonie.

Thornton, J.A., Harrison, M.J. (1975). Letter: Duration of action of AH8165. *Br J Anaesth, 47,* 1033.

Tiwari R., Karim A.,. Greven A.-J and Gordon B.,Total glossectomy with laryngeal preservation. Archives of Otolaryngology, *Head and Neck Surgery*, 119: 945- 949, 1993.

Tran, B. H. (1996). *O.R.L*. Paris : Ellipses,

Troille, E., Cathiard, M.-A., Abry, C. (2010). Speech face perception is locked to anticipation in speech production. *Speech Communication, 52,* 513–524.

Truelson, J.M., Pearce, A.N. (1997). Tongue reconstruction procedures for treatment of cancer. *AORN J, 65,* (3): 528, 531–534

Van Lierde, K.M., Mortier, G., Huysman, E., Vermeersch, H. (2010). Long-term impact of tongue reduction on speech intelligibility, articulation and oromyofunctional behaviour in a child with Beckwith–Wiedemann syndrome. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, 74,* 309–318.

Van Lierop, A.C., Basson, O., Fagan, J.J. (2008). Is total glossectomy for advanced carcinoma of the tongue justified? *S Afr J Surg, 46,* 22–25.

Vaxelaire, B. (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). Université Marc Bloch, Strasbourg.

Vaxelaire, B. (1995a). Etude acoustique et articulatoire des consonnes simples et doubles du français, en fonction de la vitesse d'élocution. Données cinéradiographiques et acoustiques. *Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg. TIPS, 25*, 67–93.

Vaxelaire, B. (1995b). Single vs. double (abutted) consonants across speech rate. X-ray and acoustic data for French. In *Proceedings of the 13th International Conference on Phonetic Sciences* (Vol. 1, pp. 384–387). Stockholm.

Vaxelaire, B. (2006). La Résistivité spatio-temporelle des gestes linguistiques. Ou perturber le linguistique en augmentant la vitesse d'élocution. In B. Vaxelaire, R. Sock, G. Kleiber, & F. Marsac (Eds.), *Perturbations et réajustements : langue et langage* (pp. 179–199). Publications de l'Université Marc Bloch – Strasbourg Ville (sous presse).

Vaxelaire, B. (2007). *Le geste et la production de la parole. Résultats et implications d'études cinéradiographiques quantitatives* (Habilitation à Diriger des Recherches). Université Marc

Bloch, Strasbourg II.

Vaxelaire, B., & Sock, R. (1997). Laryngeal movements and speech rate, an X-ray investigation. In *Eurospeech'97 & 5th European Conference on Speech Communication and Technology* (Vol. 2, pp. 1039–1042). Rhodes, Grèce.

Vaxelaire, B., Marchal, A., Hirsch, F., & Sock, R. (2009). Apports des techniques radiologiques et de la radiocinématographie à l'étude de la production de la parole. In A. Marchal & Cavé (Eds.), *Imagerie médicale pour l'étude de la parole* (pp. 125–145). Hermès Sciences.

Vaxelaire, B., Sock, R., & Hecker, V. (1999). Perceiving anticipatory phonetic gestures in French. In *6th European Conference on Speech Communication and Technology* (Vol. 1, pp. 165–168). Budapest, Hungary.

Veau V. (1931). *Division palatine : Anatomie. Chirurgie. Phonétique*. Paris : Masson & Cie.

Vilain, C., Bacui, M., Savariaux, C., Lebeau, J. Segebarth, C., Abry, C. Perrier, P. (2007). Stratégies de réorganisation cognitive pour la production de parole d'un patient ayant été opéré d'une glossectomie suivie d'une reconstruction linguale : une étude d'IRM Fonctionelle. In G. Kleiber, F. Marsac, B. Vaxelaire, & R. Sock (Éds.), *Perturbations et Réajustements. Langue et Langage*. (pp 201–209). Publications de l'Université Marc Bloch - Strasbourg 2,

Vitte, É., Chevallier, J.-M., Barnaud, A. (2006) *Nouvelle anatomie humaine: atlas médical pratique, nomenclatures internationale, française classique et anglo-saxonne*. Paris : Vuibert Pippa,.

Wakumoto, M., Ohno, K., Imai, S., Yamashita, Y., Akizuki, H., & Michi, K. I. (1996). Analysis of the articulation after glossectomy. *Journal of Oral Rehabilitation , 23*(11), 764 – 770.

Weber, R.S Ohlms., L. Bowman J. Functional results after total or near total glossectomy with laryngeal preservation. *Archives of Otolaryngology Head and Neck Surgery*, 117:512-515, 1991.

Woeller A. (2005). *Evaluation des techniques de reconstruction de la langue et du plancher de la bouche en terme de parole chez des patients opérés d'un cancer : à propos d'une étude de neuf patients et revue de la littérature*. (Thèse pour l'obtention du doctorat de médecine). Grenoble

Woisard, V., Bodin, S., Puech, M. (2004). Le « Voice Handicap Index » : impact de la traduction française sur la validation. *Revue de Laryngologie Otologie Rhinologie 125*(5), 307-312

Woodward, P.J., Schwab, C.M., Sesterhenn, I.A. (2003). From the Archives of the AFIP: Extratesticular Scrotal Masses: Radiologic-Pathologic Correlation. *RadioGraphics, 23,* 215–240.

Xiu, N. (2018). *Perturbation de la production de la parole chez le patient atteint d'une paralysie laryngée.Donnees acoustique et aerodynamiques*. (Thèse de doctorat). Université de Strasbourg.

Zaouali, H., Vaxelaire, B., Fauth, C., Sock, R. (2018) . La pharyngalisation face à la variation de la vitesse d'élocution. Un exemple de coproduction de gestes ». In Camille Fauth, Jean-Paul Meyer, Fabrice Marsac & Rudolph Sock (Eds), *Consécutivité et Simultanéité en linguistique, langues et parole*. (pp 143–159). Coll. Dixit Grammatica, Paris, L'Harmattan.

Zaouali, H., Vaxelaire, B., Debry C., Schultz, P., Bronner,G., Sock, R (2018). Étude acoustique de voyelles tenues produites par des patients glossectomisés suite à un cancer endo-buccal. In *32ème Journées d'Étude sur la Parole JEP 2018*. (pp72–79). Aix-en-Provence.

Zaouali, H., Vaxelaire, B., Debry C., Schultz, P., Bronner,G., Sock, R (2018). An acoustic study of plosive consonants produced by patients with and without reconstruction after partial or total glossectomy. In *2nd International Conference on Natural Language and Speech Processing* (*ICNLSP*). 2018. (pp 1-6). Algiers.

Index nominum

Abry, 122, 123, 155, 159, 259, 268, 270, 271
Acher, 2, 95, 212, 213, 245, 249, 258
Agnello, 123, 158, 178, 246
Albert, 78, 81
Auzou, 258
Babin, 84
Barthélémy, 258
Baum, 40, 43
Benoit, 175
Biglioli, 258
Bjordal, 86
Boë, 259, 268
Bressmann, 2, 95, 96, 97, 99, 101, 249, 259, 263, 267
Browman, 16
Buchaillard, 2, 100
Chung, 259
Clairet, 41, 259
Clements, 16
Crevier-Buchman, 2, 63, 258, 259, 260
De Camargo Cancela, 66
Degroote, 86, 110, 225
Deschamps, 34
Diz Dios, 2, 99, 260
Dubois, 260
Dwivedi, 85, 110, 260
Fernandes, 261
Fontan, 261
Fowler, 21, 22, 39
Furia, 87, 88, 94, 96, 147, 261
Gaitenby, 35, 36
Gaudy, 55, 58
Gauthier, 82
Gay, 18, 40
Gehanno, 77, 78, 87
Giovanni, 19, 83, 261
Goldstein, 16, 259
Govokhina, 261
Grosjean, 34
Guerrier, 75
Hamlet, 95, 98, 226, 250
Hammerlid, 86
Hans, 87
Harmegnie, 150, 151
Hartig, 262
Hatoko, 262
Hattori, 263
Heller, 95, 263
Herold, 263
Hofstra, 263
Honda, 259, 262, 263
Huet, 119, 150, 151
Imai, 2, 93, 97, 262, 263, 265
Kazi, 85, 110, 260
Klaiman, 263
Klatt, 122, 158, 166, 175, 246
Konstantinović, 263
Korpijaakko-Huuhka, 96, 97, 98, 264
Le Huche, 49, 55
Lebeau, 88, 94, 264, 268, 271
Leemans, 264
Leipzig, 69
Leonard, 96, 98
Ligier, 1, 67, 68, 264
Lindblom, 11, 14, 17, 18, 19, 20, 38, 39, 40, 46, 240
Lleewellyn, 85
Marandas, 76, 77, 259, 265
McConnel, 88
Mcfarland, 40, 43
Michael, 61
Morin, 84
Nguyen, 73, 266
Pauchot, 81
Pauloski, 95, 96, 266
Perrier, 252, 264, 267, 268, 271
Prades, 55, 68, 71, 267
Ridouane, 16
Rinkel, 85, 110, 225
Rives, 73
Robert, 83, 261
Rouvière, 54, 63, 64, 267
Ruhl, 87, 93
Sakuraba, 267
Savariaux, 18, 41, 42, 54, 94, 96, 99, 101, 121, 160, 203, 239, 247, 258, 268, 269, 271

Savoldelli, 80
Schliephake, 97, 98, 100, 268
Shiley, 73
Sock, I, 13, 25, 26, 28, 35, 36, 107, 122, 123, 159, 175, 178, 224, 243, 261, 271
Sodoyer, 269
Stevens, 13, 14, 15, 16, 17, 39, 175
Stuck, 84
Sun, 98, 269
Sundberg, 39
Teichgraeber, 88, 92, 270
Thibeault, 44
Vaxelaire, I, 25, 26, 28, 33, 35, 37, 56, 121, 224, 243, 246, 271
Wakumoto, 78, 87, 93, 95, 99
Weng, 269
Woisard, 73, 83
Zaouali, 38, 202, 271
Zhao, 100

Index rerum

acoustique
  acoustiques, 1, 3, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 24, 28, 29, 39, 42, 44, 46, 47, 99, 102, 107, 116, 117, 121, 122, 124, 130, 132, 133, 155, 157, 158, 160, 161, 163, 182, 183, 184, 187, 188, 201, 202, 203, 209, 212, 239, 241, 244, 246, 247, 252, 259, 271, 294, 321
adaptabilité, 18, 20, 43, 44
altération
  Altération, 50, 69, 74, 84, 111, 134, 220, 240, 245, 248, 250
articulatoire, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 39, 42, 45, 48, 93, 97, 99, 101, 117, 121, 147, 155, 156, 158, 164, 210, 215, 248, 258, 259
articulatoires, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 22, 23, 27, 28, 29, 35, 37, 43, 44, 46, 48, 49, 73, 91, 97, 99, 101, 107, 115, 120, 122, 155, 162, 221, 239, 240, 246, 248, 252, 260
COG, 116, 124, 125, 208, 209, 211, 212, 213, 214, 215, 315
Compensation
  compensations, 18, 21, 22, 27, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 91, 98, 100, 101, 156, 160, 210, 212, 239, 240, 246, 247, 248, 249, 259, 268
durée
  durées, II, 17, 34, 35, 38, 40, 68, 82, 106, 117, 124, 155, 156, 157, 158, 160, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 200, 201, 211, 212, 239, 247
espace vocalique, 108, 117, 118, 134, 135, 136, 142, 144, 145, 146, 147, 149, 245
exérèse
  Exérèse, 6, 24, 26, 51, 65, 71, 74, 75, 76, 77, 83, 84, 85, 86, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 111, 112, 113, 134, 135, 136, 144, 148, 152, 155, 163, 164, 167, 200, 209, 210, 214, 216, 224, 225, 229, 244, 250, 253, 258, 264
fricative
  fricatives, 43, 116, 124, 201, 211, 212, 213, 214
geste
  gestes, 1, 11, 49, 70, 98, 158, 164, 178, 210, 249
glossectomie
  glossectomies, 1, 2, 6, 8, 13, 21, 24, 26, 30, 51, 74, 75, 76, 77, 79, 81, 82, 86, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 111, 112, 116, 130, 132, 141, 145, 146, 148, 149, 155, 161, 163, 164, 165, 170, 176, 178, 182, 185, 209, 224, 229, 239, 240, 241, 244, 245, 246,247, 248, 250, 251, 252, 253, 259, 260, 261, 268, 271
lambeau
  lambeaux, 1, 2, 51, 65, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 87, 93, 94, 96, 99, 100, 101, 111, 136, 139, 140, 141, 142, 145, 146, 147, 148, 200, 201, 203
mesure consonantique, 212, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 249
occlusive
  occlusives, 102, 122, 155, 160, 161, 163, 166, 167, 169, 170, 171, 173, 174, 176, 182, 183, 185, 189, 201, 202, 203, 247
pelviglossectomie
  pelviglossectomies, 2, 76, 82, 86, 87, 94, 111, 136, 138, 145, 146, 147, 163, 164, 178, 194, 200, 203, 229, 237
perceptive
  perceptives, 18, 19, 29, 39, 40, 122, 226, 251, 258
perturbations

perturbation, 3, 11, 12, 13, 17, 18, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 33, 34, 38, 40, 43, 44, 46, 47, 49, 51, 64, 98, 109, 115, 116, 124, 125, 132, 134, 136, 141, 149, 150, 151, 155, 156, 157, 159, 164, 165, 167, 178, 183, 200, 209, 213, 215, 224, 239, 240, 241, 244, 245, 246,249, 268
réajustement
réajustements, 2, 13, 17, 27, 33, 40, 47, 109, 139, 140, 145, 146, 156, 160, 164, 221, 240, 248
reconstruction
Reconstruction, 1, 2, 26, 51, 65, 74, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 86, 88, 91, 92, 94, 96, 98, 99, 100, 101, 109, 111, 132, 134, 136, 139, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 151, 155, 200, 202, 209, 210, 229, 253, 259, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 270, 271
résection, 1, 2, 51, 75, 76, 77, 79, 98, 116, 136, 139, 140, 155, 156, 162, 164, 165, 172, 194, 200, 209, 236, 239, 248, 253
score aspect psychosocial, 228
score parole, 228, 231, 233, 234, 235, 236
score question indépendante, 228
variabilité
variabilités, 12, 13, 17, 18, 20, 21, 22, 28, 29, 30, 33, 35, 41, 42, 45, 118, 141, 150, 166, 168, 170, 172, 174, 179, 205, 239, 240, 241, 253
viabilité, 17, 25, 27, 28, 29
VOT, 38, 102, 121, 122, 123, 125, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 178, 200, 201, 202, 239, 246, 247
VTT, 122, 123, 124, 125, 157, 158, 159, 161, 162, 178, 179, 180, 181, 246, 247

Index des figures

Figure 1: Non linéarité de passage d'un paramètre de commande articulatoire à paramètre de sortie acoustique le paradigme de base de la Théorie Quantique (adaptée de Stevens, 1989). 15
Figure 2 : Domaine hyper articulation et hypo-articulation en parole en fonction des informations du contexte et des informations dans le signal selon la théorie de la variabilité adaptative. (Adaptée de Lindblom, 1987 par Bechet, 2011). 20
Figure 3 : Schéma du modèle Diva mis à jour en 2010 et corrélats cérébraux (Golfinopoulos et al., 2010) citée dans Acher, (2014). 24
Figure 4: 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. (De Bechet 2011). 29
Figure 5 : Septum linguale schématisé. 56
Figure 6 : Oropharynx : vue postérolatérale droite. (De Reyt, 2008). 57
Figure 7 : Oropharynx : vue postérolatérale droite. (De Reyt, 2008). 58
***Figure 8** : Musculature linguale (Netter F.H., MD légendé, 2013, d'Atlas d'Anatomie Humaine)* 60
Figure 9 : Vascularisation linguale (Netter F.H., MD légendé, 2013, d'Atlas d'Anatomie Humaine) 62
Figure 10 : Innervation sensitive et sensorielle de la langue (Atlas d'Anatomie Humaine Netter F.H., MD pp52-53, (2009) 63
Figure 11 : Distribution des cancers de la cavité buccale selon les sous-localisations (de De Camargo Cancela, 2010) 66
Figure 12 : Glossectomie partielle du bord latéral gauche (Guerrier, 1988) 75
Figure 13 : Patient avant et après une hémi-glossectomie reconstruite par un lambeau anté-brachial 76
Figure 14 : Pelviglossectomie (Marandas et al., 2006 dans EMC) 76
Figure 15 : Pelvi-glosso-mandibulectomie non-interruptrice (Marandas et al., 2006 dans EMC) 77
Figure 16 : Pelvi-glossectomie totale patient JCT (avant l'exérèse et après l'exérèse et la reconstruction par lambeau antéro latéral de la cuisse droite (1) et (4)) / Les images (2) et (3). (Gehanno et al., 1993 dans EMC) 77
***Figure 17 :** Lambeau peaucier appliqué à une reconstruction de la région oro-pharyngée gauche (Savoldelli et al., 2011)* 80
Figure 18 : Lambeau antébrachial (Albert & Guedon, 2011) 81
Figure 19 : Lambeau de péroné (https://slideplayer.fr/slide/1199338/) 81
Figure 20 : (1) Lambeau antérolatéral de la cuisse (Fagan, 2014) (2) Reconstruction avec un lambeau antérolatéral de la cuisse après une pelviglossectomie totale non-interruptrice (patient JCT). 82
Figure 21 : Schéma conceptuel de l'indice F selon Harmegnies et al., (2001) 119
Figure 22 : Mesures temporelles pour une séquence VCV ou C correspond à une consonne voisée. Exemple de [ida] 123
Figure 23 : Mesures temporelles pour une séquence VCV ou C correspond à une consonne non-voisée. Exemple de [ita] 123
Figure 24: Résultats de l'analyse par Box Plot des aires des espaces vocaliques 143
Figure 25 : Résultats de l'analyse par Box Plot des aires des espaces vocaliques par groupe de patients 144
Figure 26 : Valeurs formantiques de F1 et F2 des voyelles tenues [i, a, u] après une glossectomie partielle (ZIM) à gauche et une pelviglossectomie (PETR) à droite 146
Figure 27 : Valeurs formantiques de F1 et F2 des voyelles tenues [i, a, u] après une pelvi-glosso-mandibulectomie (BIRL) à gauche et d'une pelviglossectomie totale (JCT) à droite, suivie d'une reconstruction 147
Figure 28 : Valeurs formantiques de F1 et F2 des voyelles tenues [i, a, u] après une glossectomie partielle (SOM) à gauche et d'une glossectomie partielle (GLAD) à droite 148
Figure 29 : Valeurs formantiques de F1 et F2 des voyelles tenues [i, a, u] après une glossectomie partielle (SIB) à gauche et d'une glossectomie partielle (ANT) à droite 149
Figure 30 : Valeurs formantiques de F1 et F2 des voyelles tenues [i, a, u] après une hémi-glossectomie (HACH) à gauche et d'une glossectomie partielle (ROJ) à droite 149
Figure 31 : Nuages formés par les voyelles [i, a, u] dans le plan F1/F2 en production pré et post-opératoires (patient JCT) 150

Figure 32 : Résultats des mesures de l'indice de dispersion au niveau de l'organisation du système vocalique Phi (ϕ) à travers les phases d'enregistrements chez les 10 patients glossectomisés _____ *152*
Figure 33 : Mesures temporelles pour une séquence VCV où C correspond à une consonne voisée. Exemple de [ida] _____ *158*
Figure 34: Mesures temporelles pour une séquence VCV où C correspond à une consonne non-voisée. Exemple de [ita] _____ *159*
Figure 35 : Valeurs de la durée du VOT en contexte [t] pour les logatomes [ita] (en haut) et [ati] (à en bas) en fonction du patient _____ *169*
Figure 36 : Valeurs de la durée du VOT en contexte [k] pour les logatomes [ika] (en haut) et [aki] (à en bas) en fonction du patient _____ *171*
Figure 37: Valeurs de la durée du VOT en contexte [d] pour les logatomes [ida] (en haut) et [adi] (à en bas) en fonction du patient _____ *173*
Figure 38: Valeurs de la durée du VOT en contexte [g] pour les logatomes [iga] (en haut) et [agi] (à en bas) en fonction du patient _____ *175*
*Figure 39 : Durée moyenne du VOT, pour les occlusives non-voisées [p, t, k] et voisées [b, d, g] ; le cas d'une glossectomie partielle.*_____ *176*
Figure 40 : Valeurs de la durée du VTT en contexte [t] pour les logatomes [ita] (en haut) et [ati] (à en bas) en fonction du patient _____ *180*
Figure 41 : *Valeurs de la durée du VTT en contexte [k] pour les logatomes [ika] (en haut) et [aki] (à en bas) en fonction du patient* _____ *181*
Figure 42 : Valeurs de la durée du silence acoustique en contexte [t] pour les logatomes [ita] (en haut) et [ati] (à en bas) en fonction du patient _____ *183*
Figure 43 : *Valeurs de la durée du silence acoustique en contexte [k] pour les logatomes [ika] (en haut) et [aki] (à en bas) en fonction du patient* _____ *184*
Figure 44 : Valeurs de la durée du silence acoustique en contexte [d] pour les logatomes [ida] (en haut) et [adi] (à en bas) en fonction du patient _____ *187*
Figure 45 : *Valeurs de la durée du silence acoustique en contexte [g] pour les logatomes [iga] (en haut) et [agi] (à en bas) en fonction du patient* _____ *188*
Figure 46 : Valeurs de la durée de V1 en contexte [t] pour les logatomes [ita] (en haut) et [ati] (à en bas) en fonction du patient _____ *190*
Figure 47 : Valeurs de la durée de V1 en contexte [k] pour les logatomes [ika] (en haut) et [aki] (à en bas) en fonction du patient _____ *191*
Figure 48 : Valeurs de la durée de V1 en contexte [d] pour les logatomes [ida] (en haut) et [adi] (à en bas) en fonction du patient _____ *192*
Figure 49 : Valeurs de la durée de V1 en contexte [g] pour les logatomes [iga] (en haut) et [agi] (à en bas) en fonction du patient _____ *193*
Figure 50: Valeurs de la durée de V2 en contexte [t] pour les logatomes [ita] (en haut) et [ati] (à en bas) en fonction du patient _____ *195*
Figure 51 : Valeurs de la durée de V2 en contexte [k] pour les logatomes [ika] (en haut) et [aki] (à en bas) en fonction du patient _____ *196*
Figure 52 : Valeurs de la durée de V2 en contexte [d] pour les logatomes [ida] (en haut) et [adi] (à en bas) en fonction du patient _____ *197*
Figure 53 : Valeurs de la durée de V2 en contexte [g] pour les logatomes [iga] (en haut) et [agi] (à en bas) en fonction du patient _____ *198*
Figure 54 : Le signal acoustique au relâchement de [t] dans [ita] (panneau du haut) et du [k] dans [ika] (panneau du bas) du patient JCT en Post-Op3 _____ *201*
Figure 55 *: Le signal acoustique au relâchement de [t] dans [ati] (panneau du haut) et du [k] dans [aki] (panneau du bas) du patient JCT en Post-Op3*_____ *202*
Figure 56 *: Signal acoustique de la production de la séquence [iga] (patient JCT)* _____ *203*
Figure 57 : exemple de segmentation de la séquence [isa] _____ *213*
Figure 58 : représentation des valeurs de la mesure consonantique MC de [s] et [ʃ] dans le contexte [i-a] ___ *216*
Figure 59 : représentation des valeurs de la mesure consonantique MC de [s] et [ʃ] dans le contexte [a-i] ___ *217*
Figure 60 : représentation des valeurs de la mesure consonantique MC de [z] et [ʒ] dans le contexte [a-i] ___ *218*
*Figure 61 : Représentation des valeurs de la mesure consonantique MC de [z] et [ʒ] dans le contexte [a-i]*___ *219*
*Figure 62 : Représentation graphique des résultats du test Post-Hoc de Tukey pour la mesure consonantique MC de [s]et [ʃ]*_____ *220*

Figure 63 : Représentation graphique des résultats du test Post-Hoc de Tukey pour la mesure consonantique de [z] et [ʒ] _____ *221*
Figure 64 : Résultats des auto-évaluations de la qualité de parole, pour le score Total, pour l'ensemble des patients, à partir du questionnaire SHI (Speech Handicap Index) _____ *230*
Figure 65 : Résultats des auto-évaluations de la qualité de parole, pour le score de parole, pour l'ensemble des patients, à partir du questionnaire SHI (Speech Handicap Index) _____ *231*
*Figure 66 : Résultats des auto-évaluations de la qualité de parole, pour les aspects psychosociaux, pour l'ensemble des patients, à partir du questionnaire SHI (Speech Handicap Index)*_____ *232*
*Figure 67 : Représentation par Box plot des scores totaux à travers les sessions de passation du SHI (Speech Handicap Index)*_____ *234*
*Figure 68 : Représentation par Box plot du score parole à travers les sessions de passation du SHI (Speech Handicap Index)*_____ *235*
*Figure 69 : Représentation par Box plot du score de l'aspect psychosocial à travers les sessions de passation du SHI (Speech Handicap Index)*_____ *236*

Index des tableaux

Tableau 1: Variation de la vitesse d'élocution 36
Tableau 2 : Insertion d'un bite-block 39
Tableau 3 ***: Lip-tube ou tube labial*** 42
Tableau 4 ***: Palais artificiel*** 43
Tableau 5 : Perturbation dynamique 45
Tableau 6 : Écarteur de lèvres 46
Tableau 7 *: Classification des dysarthries (adapté de Darley et al., 1969)* 48
Tableau 8 *: Principales études de patients traités pour un cancer de la cavité endo-buccale : traitements et évaluations fonctionnelles. Nom du premier auteur - (Nombre de patients) – N.S. (Non Spécifié) - G.= (Groupe) -Tumeur : (site et classification des tumeurs). Informations tirées de Acher (2009) et de Fauvet (2001).* 91
Tableau 9 : Répartition des exérèses et informations complémentaires concernant les cas cliniques étudiés (TNM : classification de la taille de la tumeur (T), de la présence d'adénopathies (N) et de la présence de métastases (M) (cf. partie Anatomie et Pathologie), M : homme, F : femme, (hémiglossect : (hémi-) glossectomie, mandibulect : mandibulectomie, G : gauche, D : droite). 112
Tableau 10: Valeurs formantiques moyennes du patient JCT pour les trois voyelles [i, a, u]. Les valeurs des écarts-types sont présentées entre parenthèses 138
Tableau 11 : Valeurs formantiques moyennes des patientes ZIM et PETR pour les trois voyelles [i, a, u]. Les valeurs des écarts-types sont présentées entre parenthèses 139
Tableau 12 : Valeurs formantiques moyennes des patientes SOM, GLAD et ROJ pour les trois voyelles [i, a, u]. Les valeurs des écarts-types sont présentées entre parenthèses 140
Tableau 13: Valeurs formantiques moyennes des patiente BIRL pour les trois voyelles [i, a, u]. Les valeurs des écarts-types sont présentées entre parenthèses 141
Tableau 14: Valeurs formantiques moyennes de la patiente HACH pour les trois voyelles [i, a, u]. Les valeurs des écarts-types sont présentées entre parenthèses 142
Tableau 15 : Résultats des analyses statistiques (ANOVA à deux facteurs (phase d'enregistrement et patient) de l'effet phases d'enregistrement sur l'aire de l'espace vocalique chez les 10 patients glossectomisés. 144
Tableau 16 : L'ensemble des résultats au questionnaire d'auto-évaluation de la qualité de la Parole et du ressenti (SHI), de tous les patients. (S)= score parole, (Ps)= score aspect psychosocial, (QI)=score question indépendante 228
Tableau 17 : Résultats statistiques à partir du questionnaire d'auto-évaluation de la qualité de parole et du ressenti (Test de Friedmann) 236

Table des matières

Remerciements I

Introduction 1

Organisation de la thèse 6

Partie 1 : ÉTAT DE LA QUESTION 8

I. Les grands courants théoriques en production et perception de la parole 11

I.1. La théorie Quantique de Stevens : (1972, 1985, 1989, 1991, 2002,2005) 13

I.2. La Théorie de la Variabilité Adaptative : Lindblom (1987, 1990,1996) 17

I.3. Le modèle Directions Into Velocities of Articulators (DIVA) 22

I.4. La Théorie de la Viabilité en production-perception de la parole 24

II. Le paradigme des « *perturbations* » et des « *réajustements* » en production et en perception de la parole 33

II.1 Perturbation de la production de la parole 33

II.1.1 Perturbations de types écologiques 34

II.1.2 Perturbations non-pathologiques par ajout de dispositifs externes ou semi-invasifs 38

II.1.2 La perturbation d'ordre pathologique de la voix et de la parole 47

III. Anatomie de la langue et morphologie 54

III.1 Morphologie linguale 54

III.1.1 La partie libre : la langue mobile 54

III.1.2 La partie moins mobile : la racine de la langue 55

III.2 Structures et propriétés de la langue 55

III.2.2 La muqueuse 55

III.2.3 Le squelette ostéo-fibreux 55

III.3 Vascularisation linguale 61

III.3.1 Innervation linguale 61

III.4 Principaux rôles de la langue – Physiologie 63

III.4.1 Déglutition 63

III.4.2 Gustation 63

III.4.3 Phonation 64

III.4 Les cancers de la langue épidémiologie : pathologie, traitement, conséquences et réhabilitation 65

III.4.1 Épidémiologie 67

III.4.2 Diagnostic 68

III.4.3 Signes cliniques / Diagnostic positif 68

III.4.4 Bilan d'extension après le diagnostic positif 69

III.4.5 Panendoscopie des VADS 69

III.4.6 Bilan d'extension et examens complémentaires 70
III. 4.7 Classification TNM (*Tumor, Node, Metastasis*) internationale : 70
III.5. Pathologies et traitements 71
III.5.1 Chirurgie 71
III.5.2. Traitements complémentaires adjuvants 71
III.5.2.1 La radiothérapie 71
III.5.2.2 Chimiothérapie 72
III.5.2.3 Curiethérapie 72
III.5.2.4 Conséquences fonctionnelles des traitements adjuvants après cancers de la cavité buccale 72
III.6 Les différentes prises en charges chirurgicales 74
III.6.1 Glossectomie partielle 74
III.6.2 Hémi-glossectomie 75
III.6.3 Pelviglossectomie 76
III.6.4 Pelvi-glosso-mandibulectomie 77
III.6.5 Pelvi-glossectomie totale 78
III.7 Réhabilitation et différents types de reconstructions chirurgicales 78
III.7.1 Les lambeaux locaux 79
III.7.2 Les lambeaux pédiculés 80
III.7.3 Les lambeaux libres 80
III.8. Différentes prises en charge après un cancer de la cavité buccale 82
III.8.1 Prises en charge psychologique 82
III.8.2 Prises en charge orthophonique 83
III.8.3 Concept de la qualité de vie 84
III.8.3.1 La naissance de la notion de handicap. 84
III.8.3.2 Outils de mesure de la qualité vie et leurs champs d'application 85
III.8.3.3Qualité de vie après un cancer de l'oropharynx 86
III.8.3.4 Qualité de vie après glossectomie partielle ou totale 86
IV. État des travaux menés sur la production de parole après glossectomie partielle ou totale . 91
IV.1 Les répercussions de la tumeur sur l'articulation de la parole 95
IV.2 La relation entre la mobilité linguale et l'intelligibilité de la parole 97
IV. 3 Existe-t-il une récupération spontanée après la chirurgie partielle de langue ? 98
IV.4 Le site de la lésion, la taille de l'exérèse et le type de reconstruction ont-ils des impacts sur la parole ? 98
IV.5 Les stratégies de compensations articulatoires mises en évidence après glossectomie partielle ou totale . 101
Partie 2 104
Chapitre V : Procédure expérimentale 104
V.1 Procédure expérimentale 106
V.1.1 Conditions d'enregistrement 106
V.1.2 Matériel et méthode 107

V.2 Corpus 107
V.2.1 Voyelles 108
V.2.2 Logatomes – Séquences VCV 108
V.2.3 Texte continu 109
V.2.4 Acquisition des données d'auto-évaluation du handicap de parole par le patient 110
V.3 Participants 110
V.3.1 Patients 111
V.3.2 Sujets sains 112
V.4 Enregistrements 114
V.4.1 Enregistrement des patients glossectomisés 115
V.4.2 Enregistrement des sujets sains 116
V.5 Mesures et analyses acoustiques 116
V.5.1 Voyelles tenues 117
V.5.1.1 Mesures formantiques - F1 et F2 117
V.5.1.2 L'indice F 118
V.5.2 Logatomes 120
V.5.2.1 Paramètres 122
V.5.2.2 Voice Onset Time (*VOT*) 122
V.5.2.3 **Voice Termination Time (*VTT*)** 123
V.5.2.4 Le centre de gravité (COG) 124
V.6 Mesures 124
V.7 Analyses statistiques 125
PARTIE 3 130
Chapitre VI : Étude acoustique de voyelles tenues produites par des patients ayant subi une glossectomie partielle ou totale 132
VI.0. Introduction 132
VI.1. Procédure expérimentale 132
VI.1.1. Participants 132
VI.1.2. Corpus 133
VI.1.3. Mesures 133
VI.1.4. Analyse des données 133
VI.2. Hypothèses 134
VI.3 Résultats 135
VI.3.1 Valeurs formantiques 135
VI.3.2 Aire des espaces vocaliques 143
VI.3.3 L'indice F 150
Chapitre VII : Étude spatio-temporelle de la parole après glossectomie partielle ou totale pour des productions de type VCV 155

VII.0. Introduction ... 155
VII.1. Procédure expérimentale ... 156
VII.1.1. Participants ... 156
VII.1.2 Corpus ... 156
VII.1.3 Mesures ... 157
VII.1.4 Analyse des données ... 159
VII.1.5 Hypothèses ... 159
VII.1.6 Résultats ... 160
VII.1.6.1 Analyse statistique ... 161
VII.1.6.2 Analyse par cas clinique ... 165
Chapitre VIII : Étude du contraste entre les fricatives [s] et [ʃ], [z] et [ʒ] dans le contexte vocalique [i-a], [a-i] ... 209
VIII.0. Introduction ... 209
VIII.1. Participants ... 210
VIII.1.1. Corpus ... 210
VIII.1.2. Mesures ... 211
VIII.1.3. Analyse des données ... 212
VIII.2. Hypothèses ... 213
VIII.3 Résultats ... 214
VIII.3.1 COG ... 214
VIII.3.2 Mesure consonantique MC ... 215
VIII.3.3 Analyse statistique de la mesure consonantique ... 219
Chapitre IX : Étude de l'auto-évaluation de la qualité de parole (SHI) après glossectomie partielle ou totale ... 224
IX.0. Introduction ... 224
IX .1. Procédure expérimentale ... 225
IX .1.1. Participants ... 225
IX.1.2. Outil d'auto-évaluation de la qualité de parole et du ressenti (SHI) ... 225
IX.1.3. Mesures ... 225
IX.1.4. Analyses des données ... 226
IX.2. Hypothèses ... 226
IX.3. Résultats ... 226
Synthèse générale et conclusions ... 239
Quelques limites et perspectives de la thèse ... 252
Pour conclure ... 255
Bibliographie ... 258
Index nominum ... 273
Index rerum ... 275

Index des figures 277
Index des tableaux 280
ANNEXES 287
ANNEXES PARTIE 1 288
ANNEXES PARTIE 2 292
ANNEXES PARTIE 3 310
RÉSUMÉ 321

ANNEXES

ANNEXES PARTIE 1

Anatomie

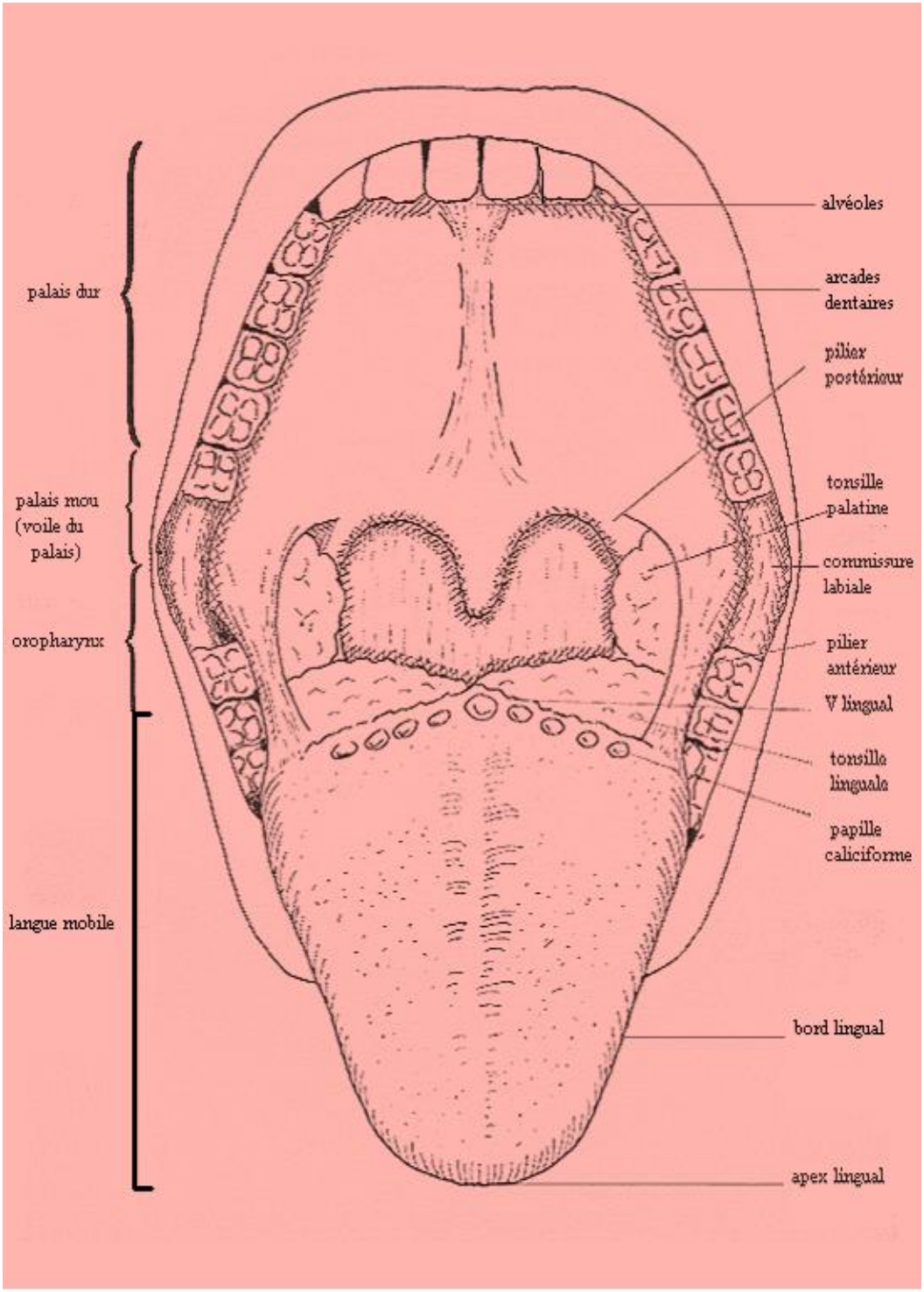
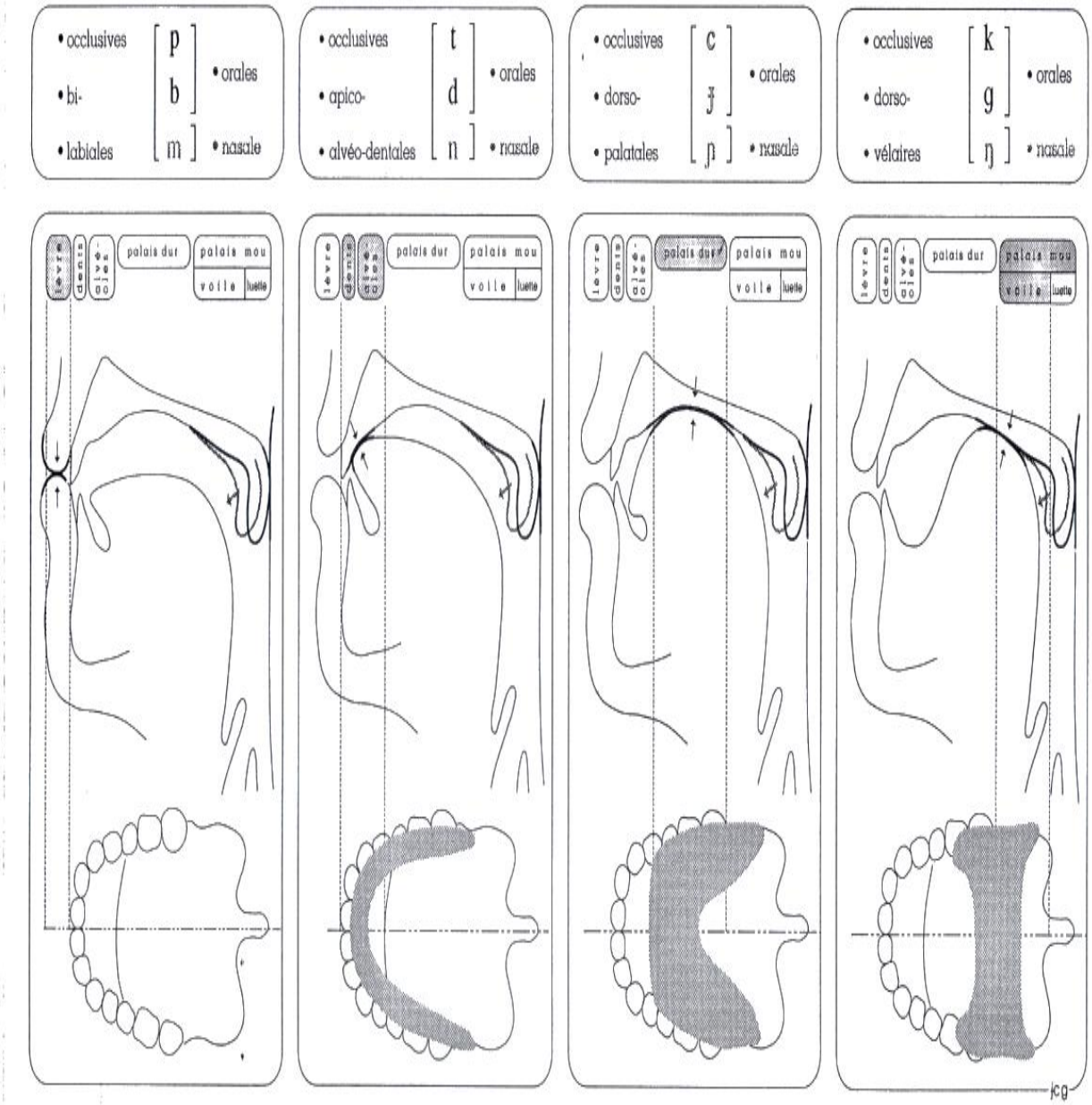
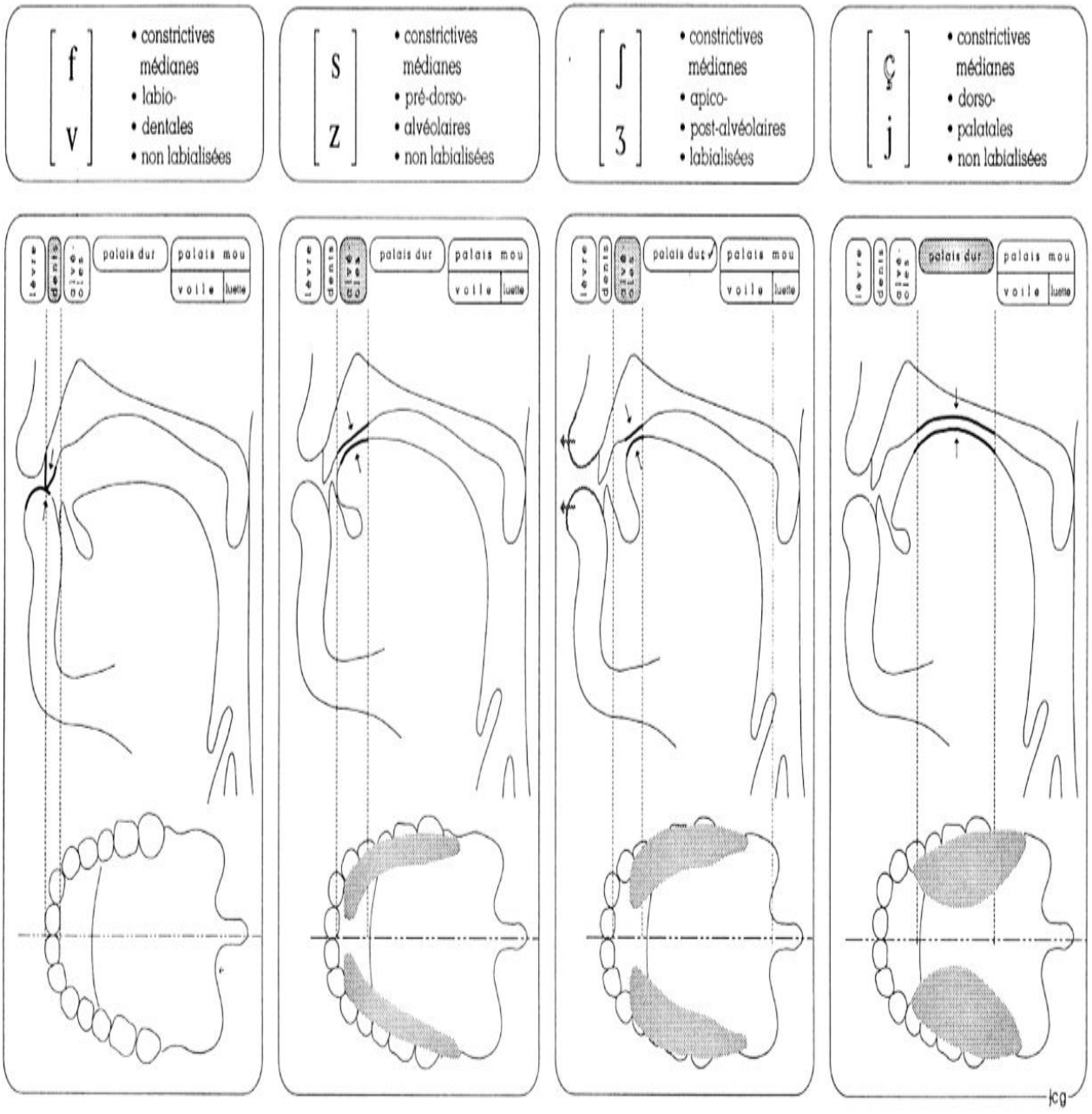


Figure 1 : Vue de la cavité orale bouche ouverte adapté de Brin *et al.,* (2004) et Acher, (2009).

Croquies indiquants les lieux d'articulations des occlusives et des constrictives du français




[f v]
• constrictives médianes
• labio-
• dentales
• non labialisées
[s z]
• constrictives médianes
• pré-dorso-
• alvéolaires
• non labialisées
[ʃ ʒ]
• constrictives médianes
• apico-
• post-alvéolaires
• labialisées
[ç j]
• constrictives médianes
• dorso-
• palatales
• non labialisées
lèvre
dents
gencives
palais dur
palais mou
voile
luette
kg

Effets secondaires des taitements adjuvants

1- **Radiomucite**

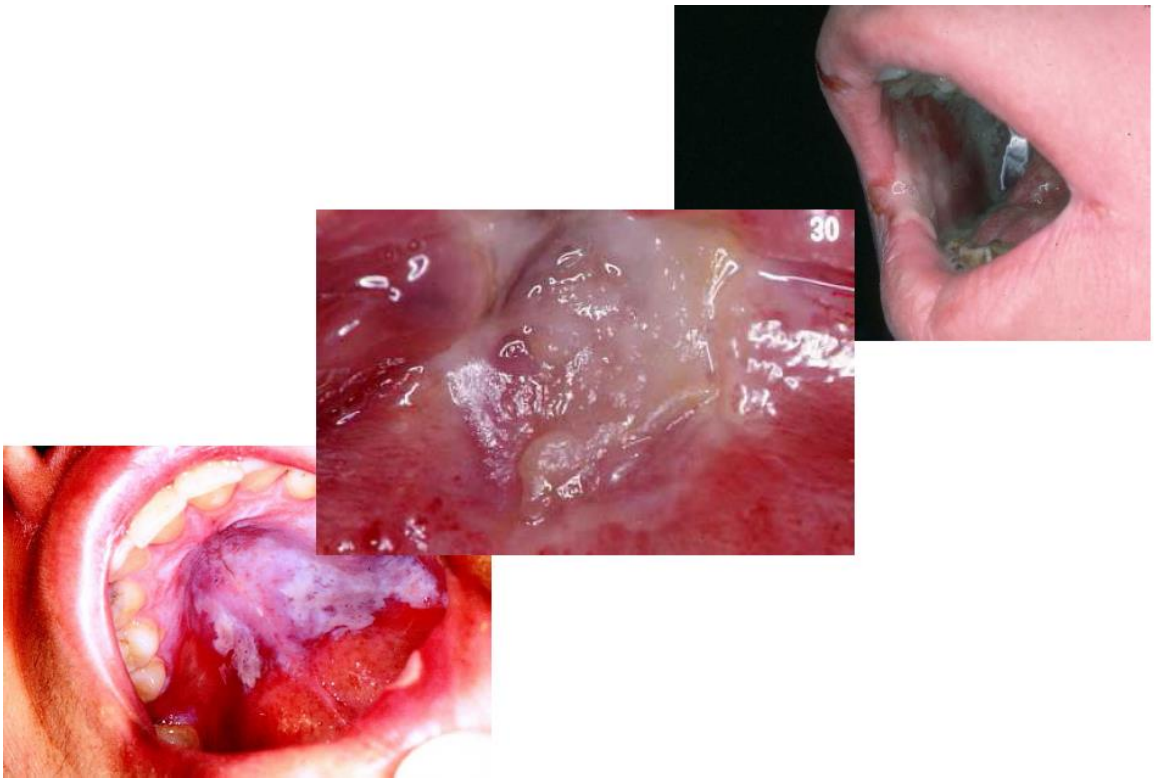


Figure 2 : Illustration d'une radiomucite (Blanchard & Daly-Schveitzer, 2014)



Figure 3 : Illustration d'une Scléroedème (Blanchard & Daly-Schveitzer, 2014)

ANNEXES PARTIE 2

Procédure expérimentale







Hasna ZAOUALI

Formulaire de Consentement libre et éclairé
Étude de l'intelligibilité de la parole après une glossectomie

Institut de Phonétique de Strasbourg (IPS)
&
Unité de Recherche 1339 - Linguistique, Langues et Parole (LILPA)
Equipe de Recherche Parole et Cognition

Je certifie avoir donné mon accord pour participer à une étude de la production de parole après glossectomie. J'accepte volontairement de participer à cette étude et je comprends que ma participationn'est pas obligatoire et que je peux stopper ma participation à tout moment sans avoir à me justifier ni encourir aucune responsabilité. Mon consentement ne décharge pas les organisateurs de la recherche de leurs responsabilités et je conserve tous mes droits garantis par la loi.

Au cours de cette étude, j'accepte que soient recueillies des données chronométriques sur mes productions. Je comprends que les informations recueillies sont strictement confidentielles et à usage exclusif des investigateurs concernés.

J'ai été informé que mon identité n'apparaîtra dans aucun rapport ou publication et que toute information me concernant sera traitée de façon confidentielle. J'accepte que les données enregistrées à l'occasion de cette étude puissent être conservées dans une base de données et faire l'objet d'un traitement informatisé non nominatif par l'Unité de Recherche 1339 - Linguistique, Langues et Parole (LILPA).

Date : .....

Nom du volontaire : .....

Signature du volontaire (précédée de la mention « lu et approuvé ») :

Nom de l'expérimentateur: .....

Signature de l'expérimentateur : .....

Nom de l'étude : .....

FICHE DE RENSEIGNEMENTS PATIENTS

Merci de remplir cette fiche de renseignements avant de répondre au premier des questionnaires. L'ensemble des données recueillies nous est précieux pour notre étude statistique mais demeure ***confidentiel***

Nom et prénom :

Date et lieu de naissance : **à**

Sexe :

- ☐ Masculin
- ☐ Féminin

Statut familial :

- ☐ Célibataire
- ☐ Marié(e)
- ☐ Séparé(e)
- ☐ Divorcé(e)
- ☐ Veuf (Veuve)

Autre (veuillez préciser)

Profession :

Langue Maternelle :

Langue(s) pratiquée(s) couramment :

Délai depuis l'exérèse :

Classification T N M :

T : ;

N : ;

M : .

Type d'exérèse :

TTT complémentaire :

Reconstruction :

Orthophonie :

Évaluation acoustique (corpus)

1. **Voyelles tenues (5 sd)**

iiiiiiiiiiiiiiiiiiiiii

aaaaaaaaaaaaaa

uuuuuuuuuuuu

2. Logatomes [iCa]vs. [aCi]

agi

isa

achi

icha

ija

aji

api

abi

iba

ipa

iza

asi

aki

adi

ati

azi

ika

iga

ida

ita

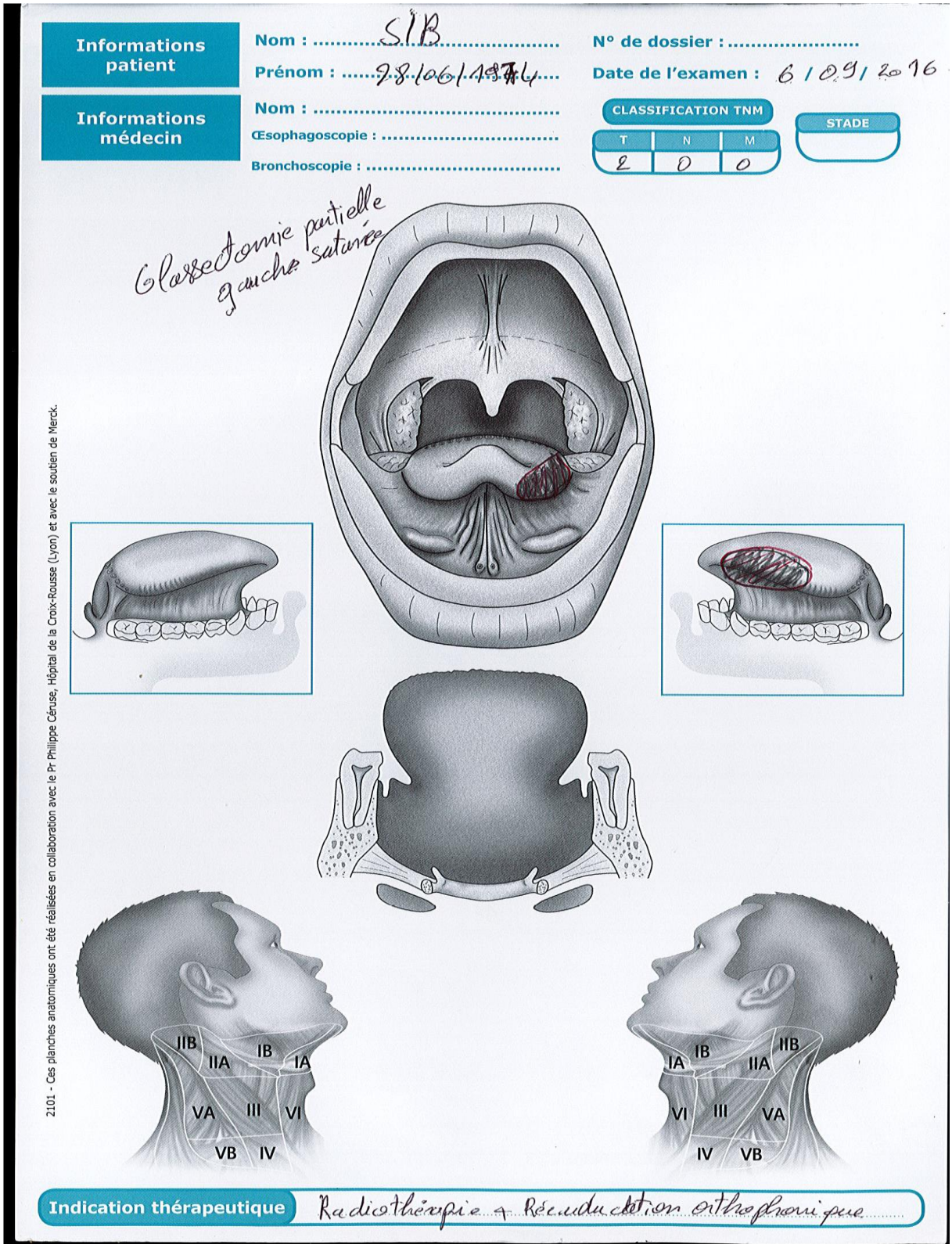
3. Texte d'évaluation du degré de fatigue vocale

Les trois petits cochons

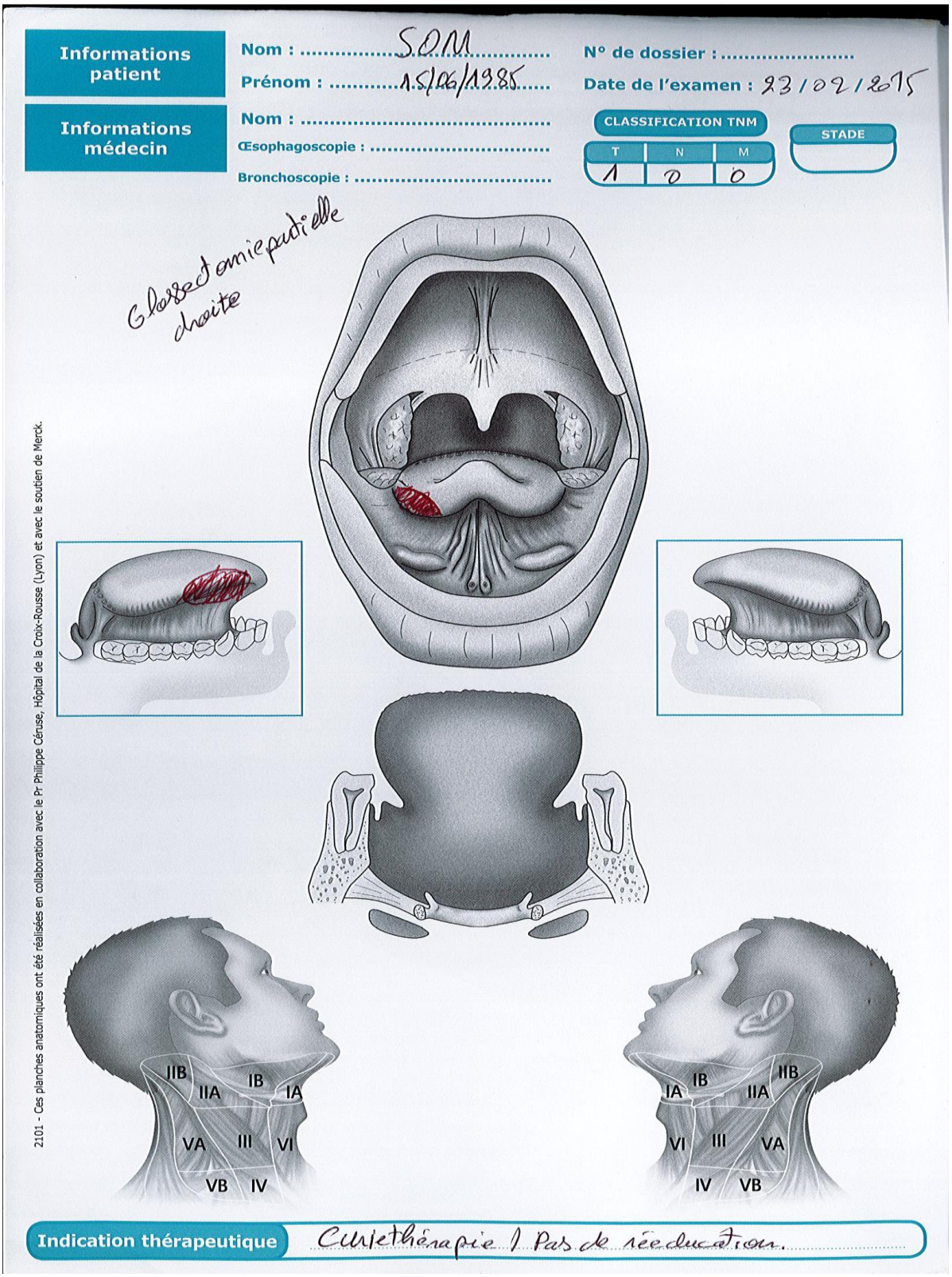
Les trois petits cochons s'en vont de chez eux pour construire leurs maisons. Le premier petit cochon construit une maison en paille, le deuxième construit une maison en bois et le troisième construit une maison en brique. Le loup aperçoit les petits cochons et décide de manger celui dans la maison en paille en premier. Il frappe à la porte mais le petit cochon ne le laisse pas entrer. Le loup gonfle alors ses joues, souffle de toutes ses forces et la maison s'envole. Le petit cochon court alors chez son frère celui dans la maison en bois. Le loup frappe à la porte mais les petits cochons ne le laissent pas entrer. Le loup gonfle alors ses joues, souffle de toutes ses forces et la maison s'envole. Les deux petits cochons courent alors chez leur frère celui à la maison en brique. Le loup frappe à la porte mais les petits cochons ne le laissent pas entrer. Le loup gonfle alors ses joues, souffle de toutes ses forces mais la maison ne s'envole pas. Le loup décide alors de passer par la cheminée mais les petits cochons ont préparé un chaudron d'eau bouillante. Le loup tombe dedans, pousse un hurlement et s'enfuit en courant.

Localisation des résections chirurgicales de chacun des patients sujets de notre étude

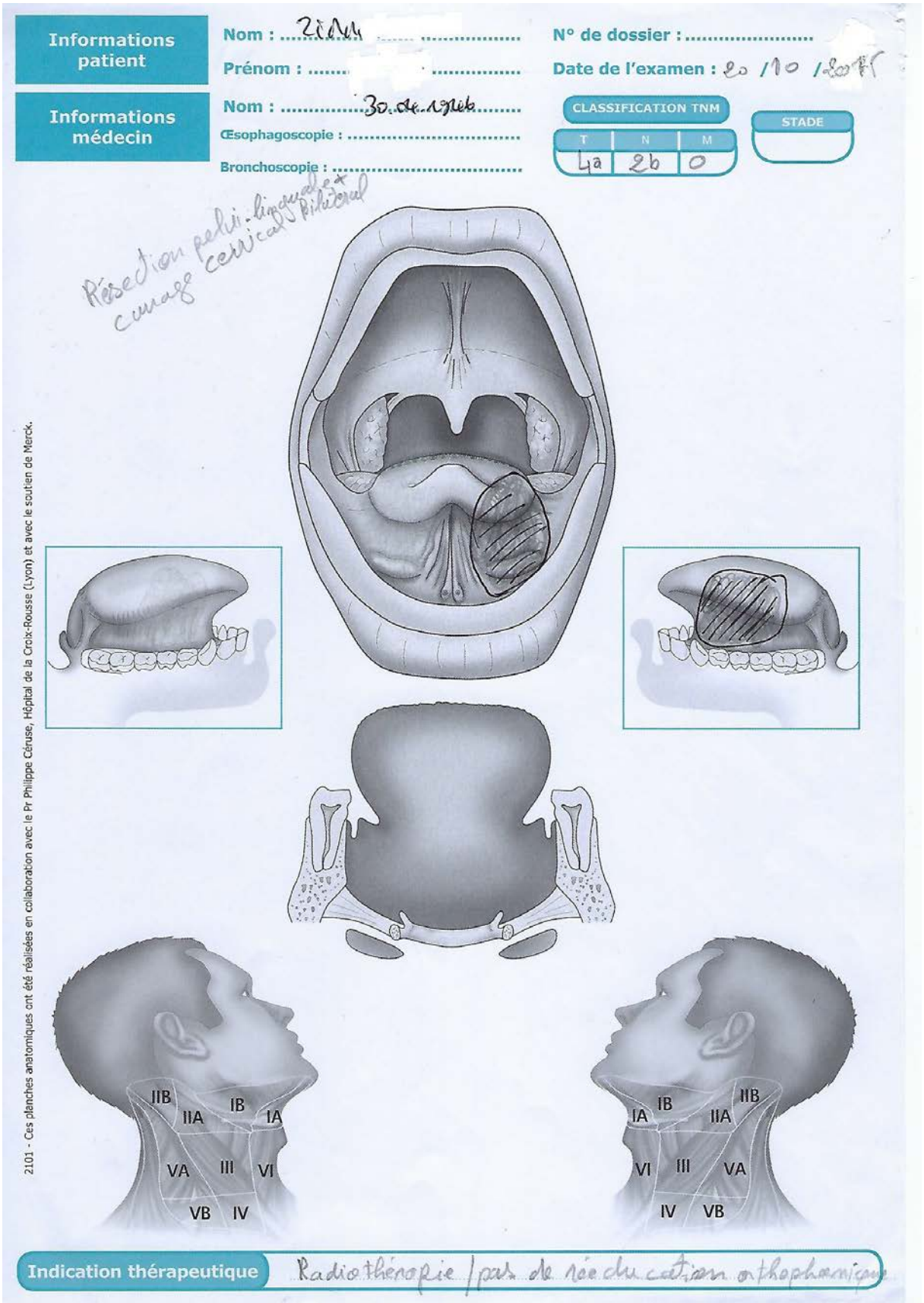
Patient 1 : SIB



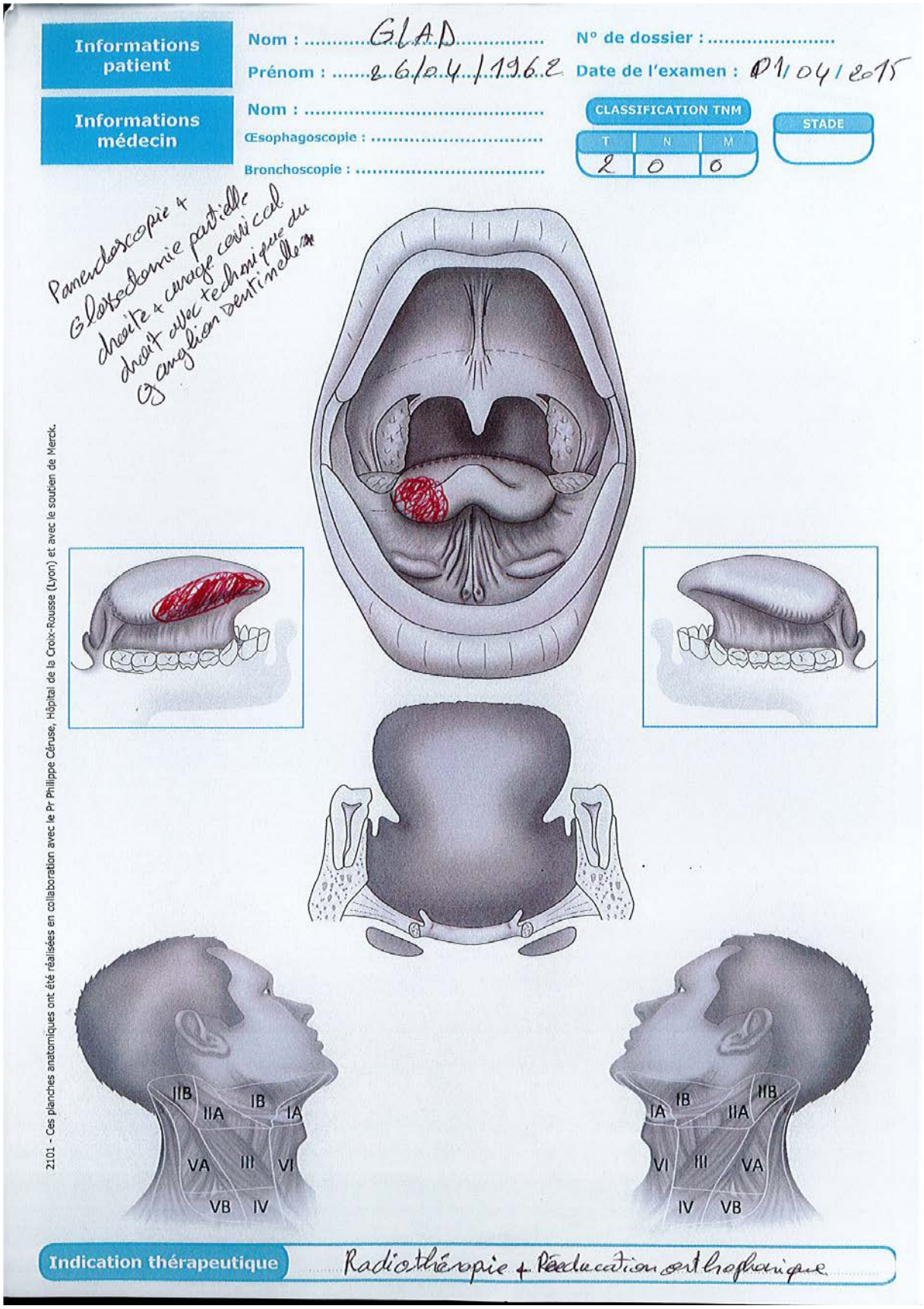
Patient 2 : SOM



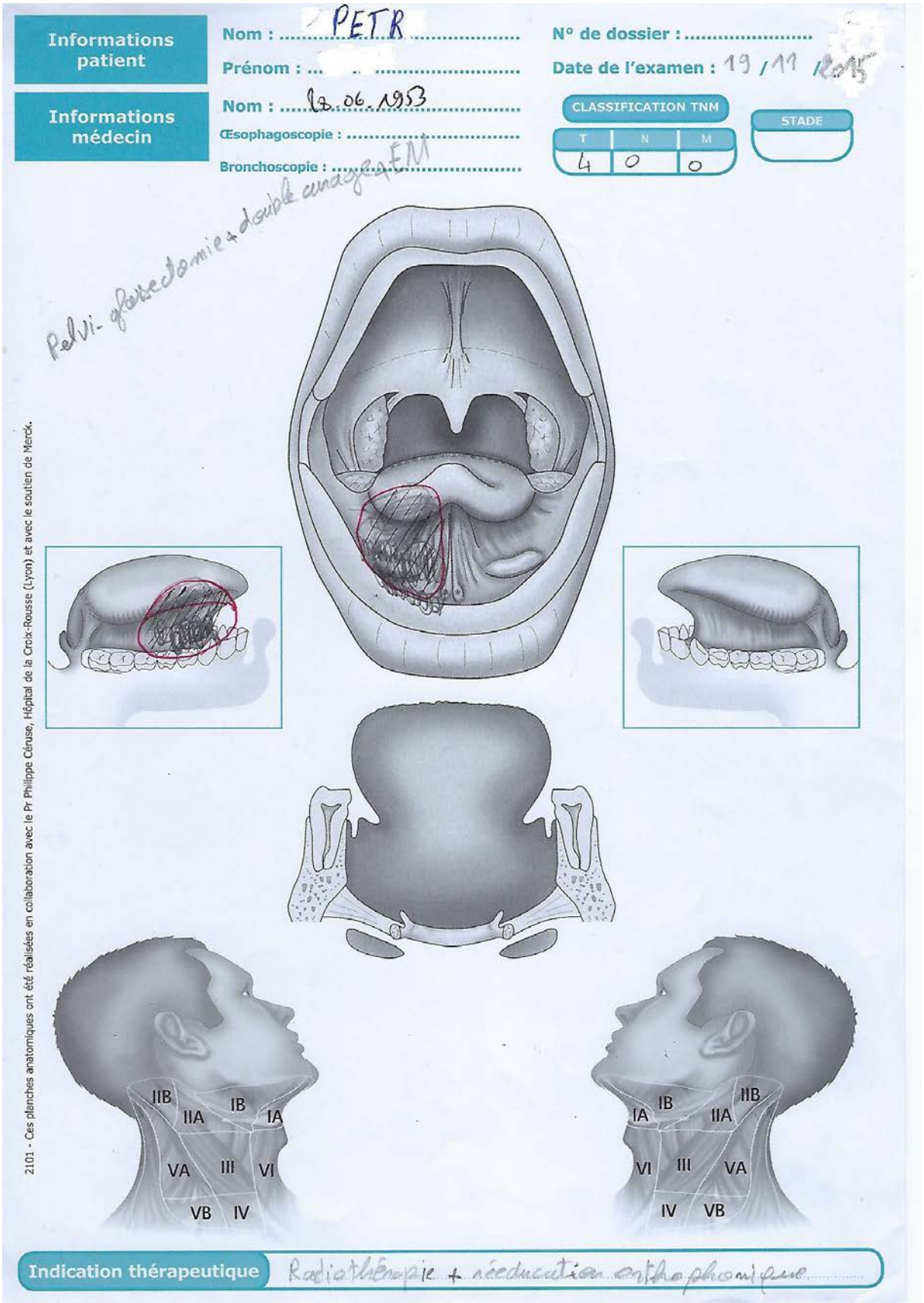
Patient 3 : ZIM



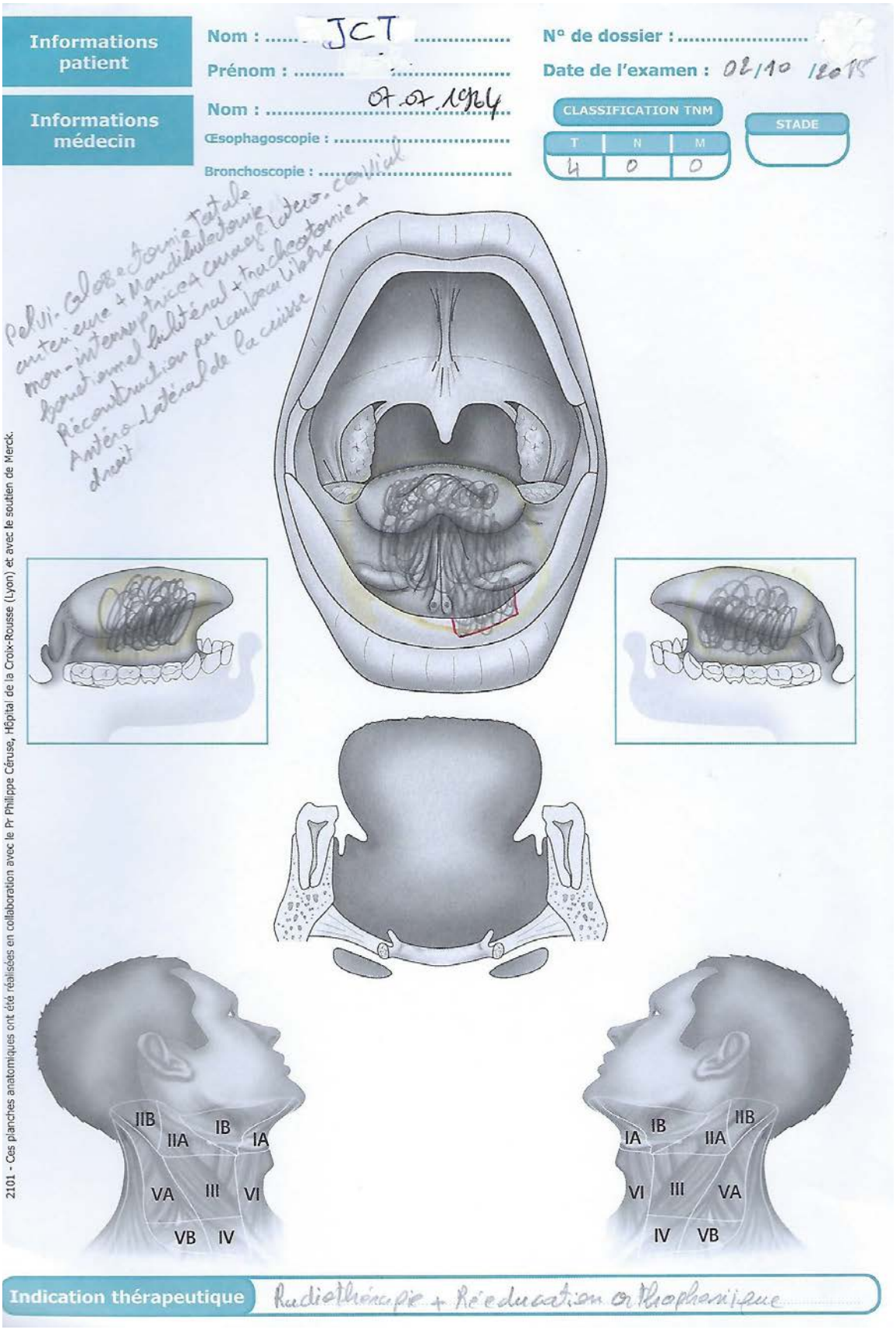
Patient 4 : GLAD



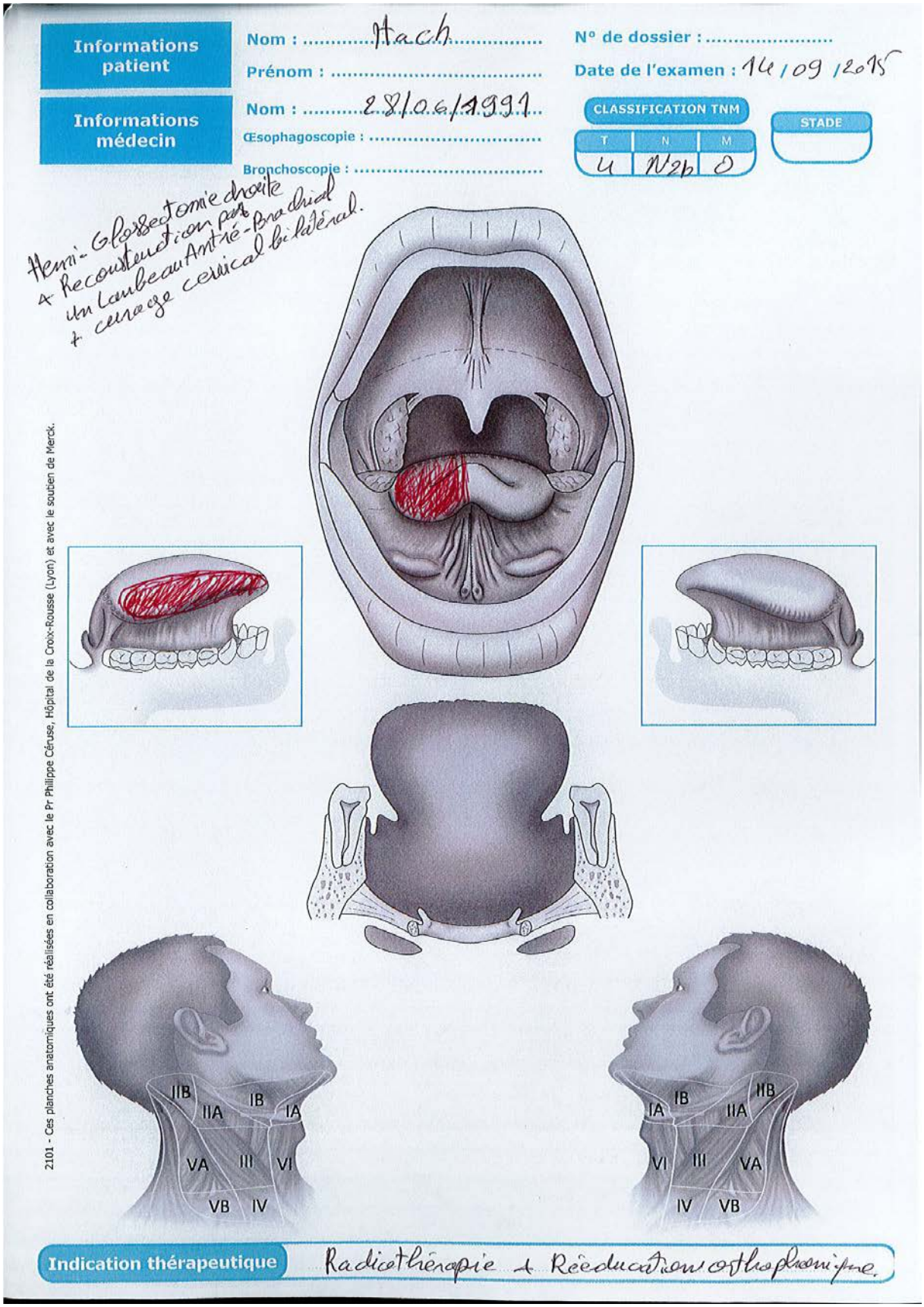
Patient 5 : PETR



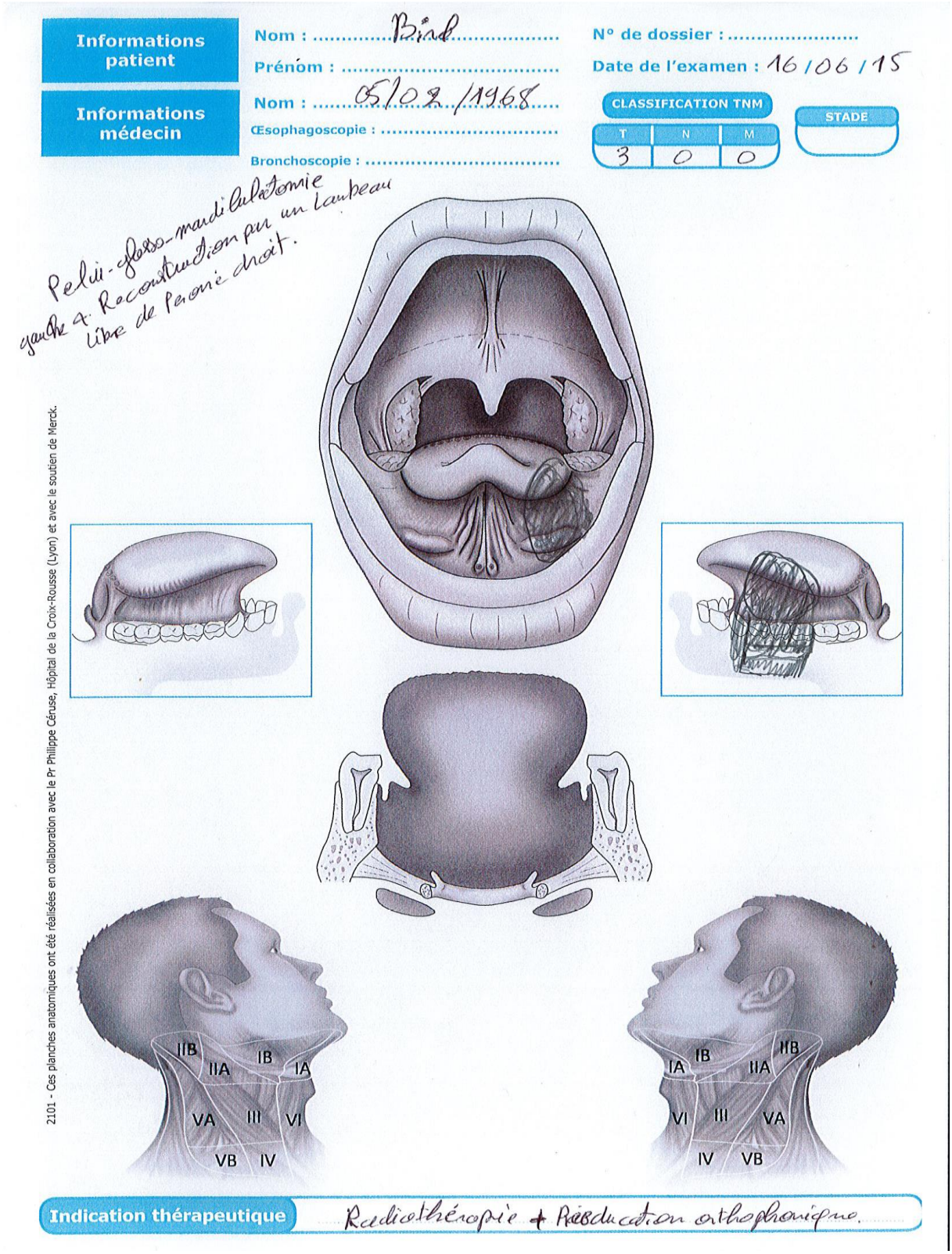
Patient 6 : JCT



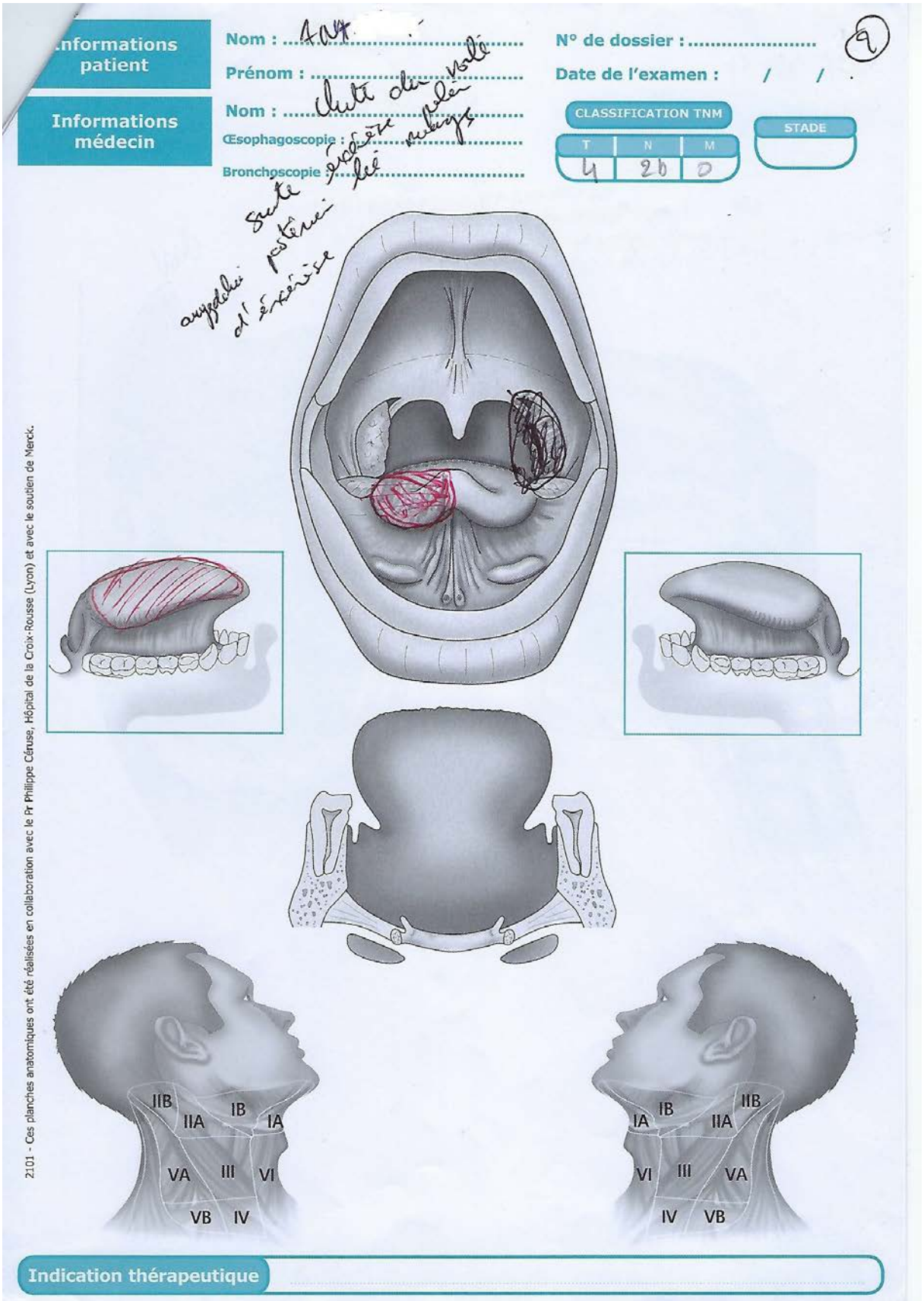
Patient 7 : HACH



Patient 8 : BIRL



Patient 9 : ANT



Informations patient

Nom : ANT [redacted] .....

Prénom : ..... [redacted] .....

Informations médecin

Nom : ..... dr 02-1950 .....

Œsophagoscopie : .....

Bronchoscopie : .....

N° de dossier : .....

Date de l'examen : 12 / 05 / 15 (9)

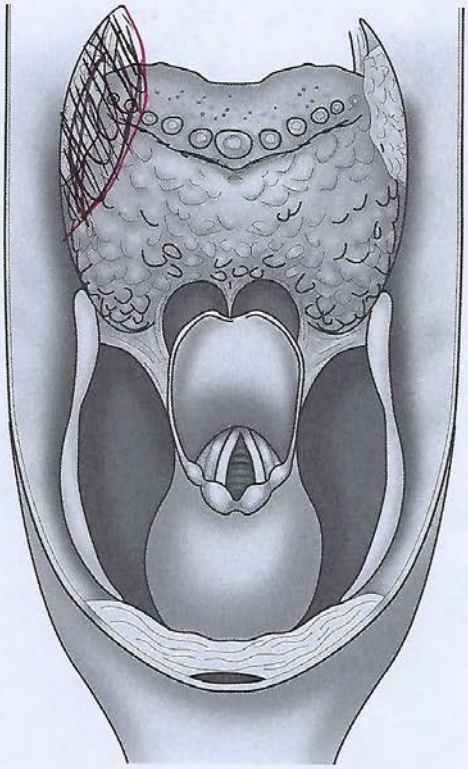
CLASSIFICATION TNM

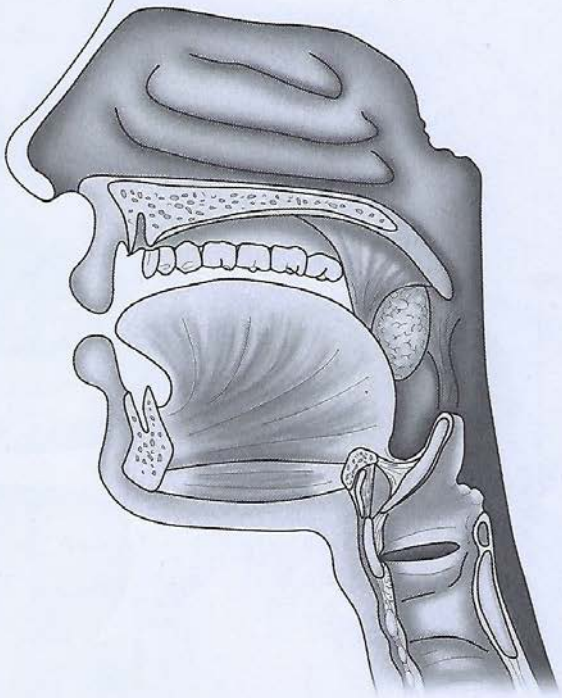
T	N	M
4	2b	0

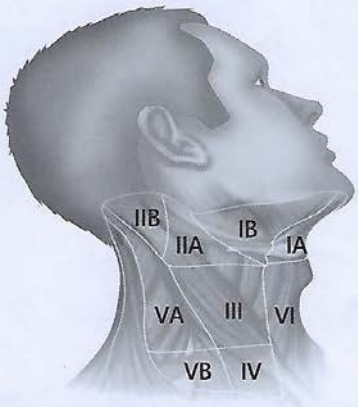
STADE

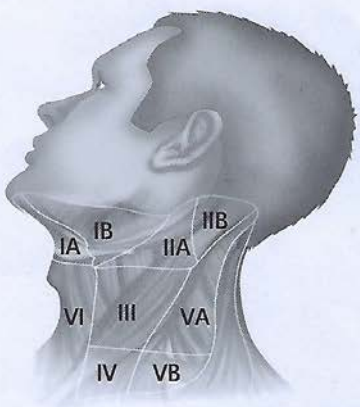
CARCINOME MUQUEUX DE la sillon amygdalo-glosse gauche avec atteinte de la langue + Reconstruction lambeau pectoral

voile





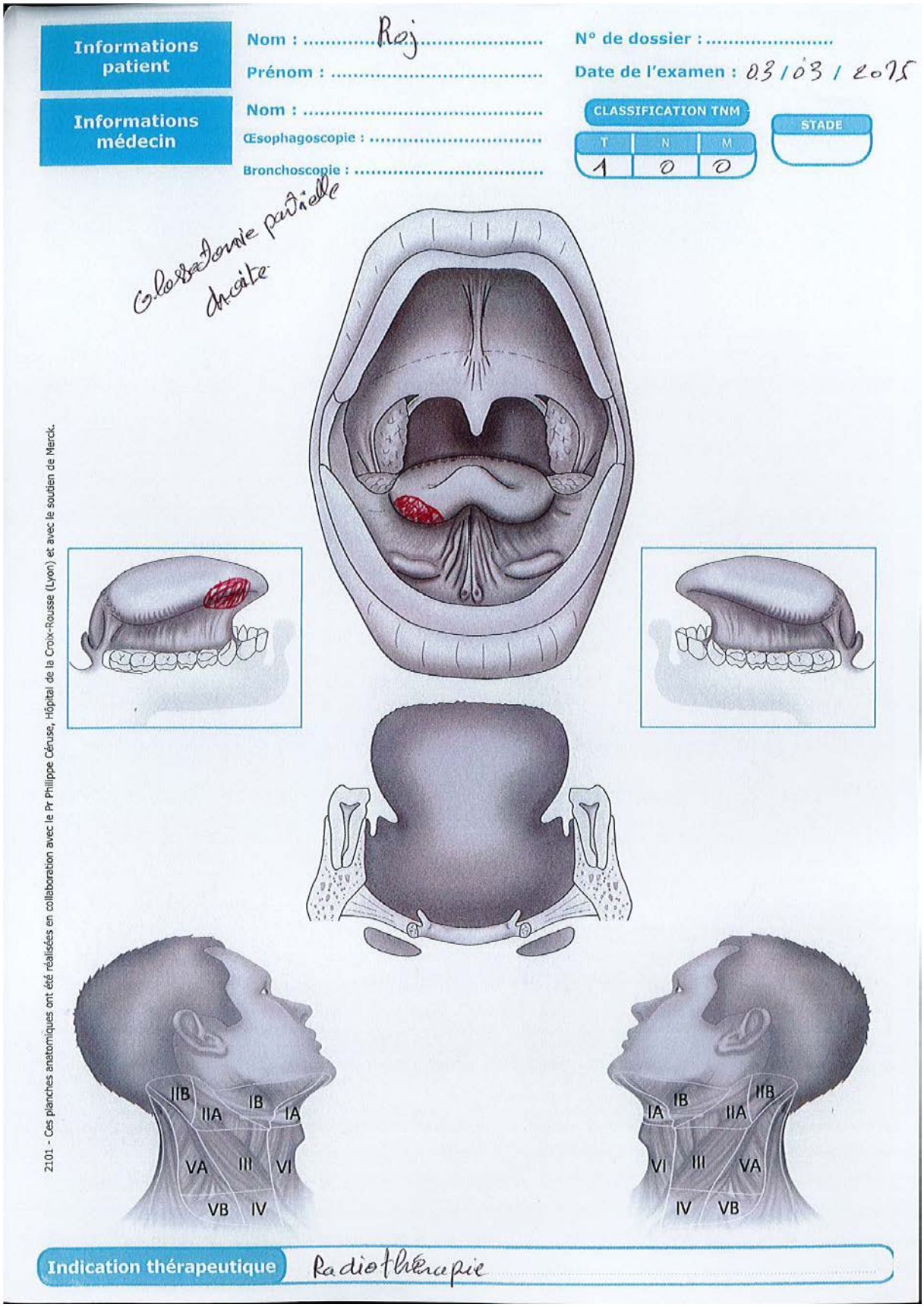




2101 - Ces planches anatomiques ont été réalisées en collaboration avec le Pr Philippe Céruse, Hôpital de la Croix-Rousse (Lyon) et avec le soutien de Merck.

Indication thérapeutique Radiothérapie / pas de rééducation orthophonique

Patient 10 : ROJ



Questionnaire d'auto-évaluation de la qualité de parole et du ressenti (SHI)

Nom :		Total Ps :	/56
Date		Total S :	/56
Score Total :	/120		

Speech Handicap Index

Pour chaque phrase, cochez la case qui reflète le plus votre ressenti.

		Jamais	Presque jamais	Parfois	Presque toujours	Toujours
S1	On me comprend difficilement à cause de ma parole.					
S2	Je suis à bout de souffle quand je parle.					
S3	L'intelligibilité de ma parole varie au cours de la journée.					
Ps4	Je me sens incompétent à cause de ma parole.					
S5	On me demande pourquoi je suis difficile à comprendre.					
S6	Je suis ennuyé (e) quand les gens me demandent de répéter.					
Ps7	J'évite de téléphoner.					
Ps8	Je suis tendu (e) quand je parle avec d'autres personnes à cause de ma parole.					
S9	Mon articulation n'est pas nette.					
S10	On me comprend difficilement quand je parle dans une pièce bruyante.					
Ps11	J'ai tendance à éviter les groupes de gens à cause de ma parole.					
Ps12	Les gens semblent irrités par ma parole.					
S13	Les gens me demandent de me répéter quand on parle face-à-face.					
Ps14	Je parle moins souvent avec mes amis, mes voisins, ma famille à cause de ma parole.					
S15	J'ai l'impression que je dois forcer pour parler.					
Ps16	Je trouve que les gens ne comprennent pas mes problèmes pour parler.					
Ps17	Mes difficultés à parler limitent ma vie personnelle et sociale.					
S18	L'intelligibilité de ma parole est imprévisible.					
Ps19	Je me sens écarté (e) des conversations à cause de ma parole.					
S20	Je fais beaucoup d'effort pour parler.					
S21	Ma parole est plus mauvaise le soir.					
22	Mes difficultés à parler entraînent des pertes de revenus.					
23	J'essaie de modifier ma parole afin qu'elle sonne différemment					
Ps24	. Mes problèmes de parole me dérangent.					
Ps25	Je suis moins extraverti (e) à cause de ma parole					
S26	Ma famille a du mal à me comprendre quand je les appelle dans la maison.					
Ps27	Je me sens handicapé (e) à cause de ma parole.					
S28	J'ai des difficultés à poursuivre une conversation à cause de ma parole.					
Ps29	Je suis embarrassé (e) quand les gens me demandent de répéter.					
Ps30	J'ai honte de mon problème de parole.					

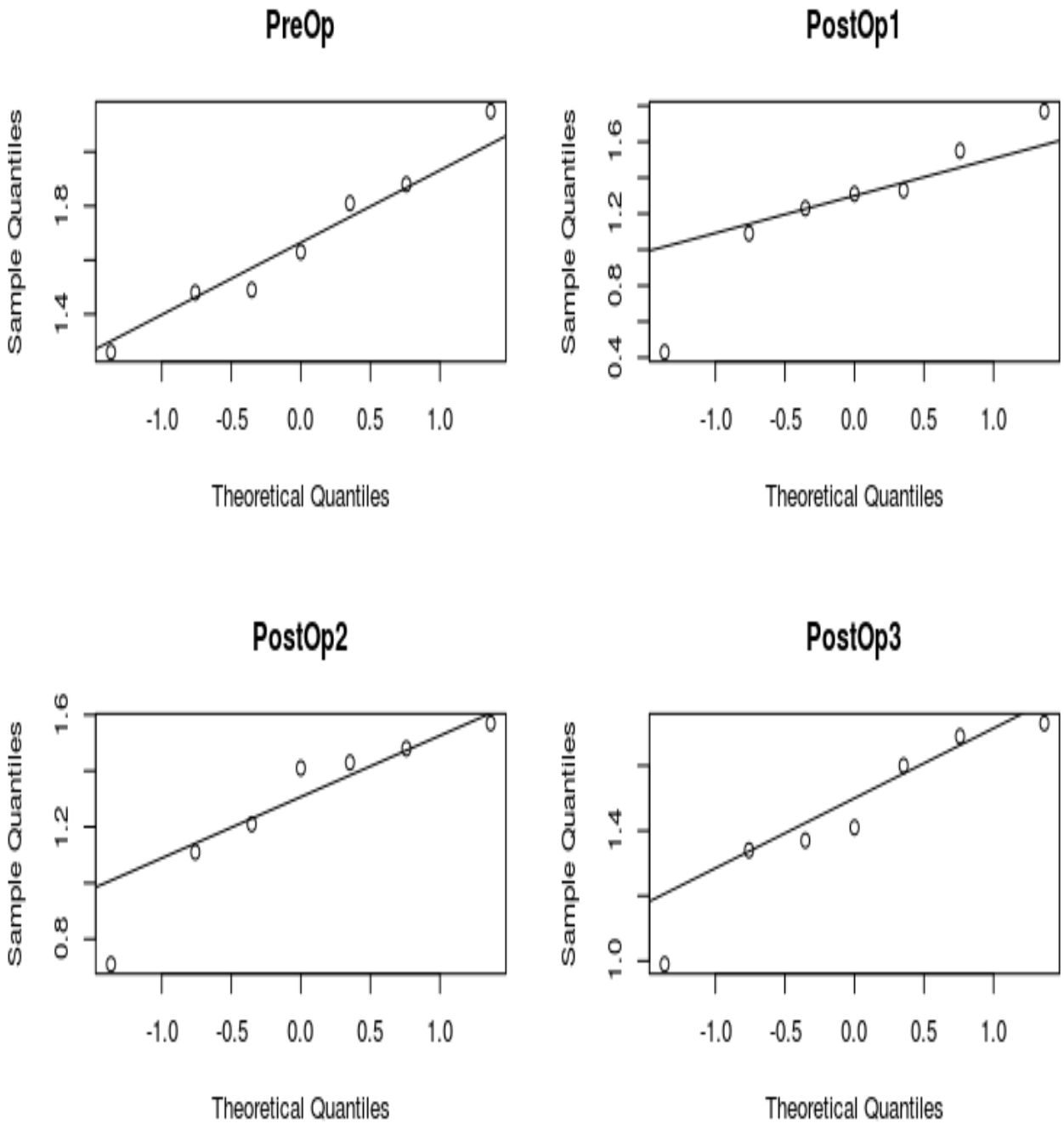
Comment trouvez-vous votre parole aujourd'hui?

- Excellente
- Bonne
- Moyenne
- Mauvaise

ANNEXES PARTIE 3

Résultats

Test de normalité sur les données de l'espace de l'aire des triangles vocaliques



Analyse statistique aires des espaces vocaliques

Group
"vert" W = 0.97818, p-value = 0.9475
"bleu" W = 0.93976, p-value = 0.495

ANOVA :

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
temp	3	0.8092	0.26974	2.211	0.118
group	1	0.0281	0.02805	0.230	0.637
temp:group	3	0.0453	0.01509	0.124	0.945
Residuals	20	2.4396	0.12198		

Tukey multiple comparisons of means
95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = aire ~ temp * group, data = aire)

$temp

	diff	lwr	upr	p adj
postop2-postop1	0.0300000	-0.49252490	0.5525249	0.9984715
postop3-postop1	0.2028571	-0.31966776	0.7253820	0.7014616
preop-postop1	0.4271429	-0.09538204	0.9496678	0.1344756
postop3-postop2	0.1728571	-0.34966776	0.6953820	0.7914241
preop-postop2	0.3971429	-0.12538204	0.9196678	0.1786242
preop-postop3	0.2242857	-0.29823919	0.7468106	0.6330514

$group

	diff	lwr	upr	p adj
vert-bleu	-0.06395833	-0.342175	0.2142583	0.6367598

$`temp:group`

	diff	lwr	upr	p adj
postop2:bleu-postop1:bleu	0.08333333	-0.8780260	1.0446927	0.9999872
postop3:bleu-postop1:bleu	0.19000000	-0.7713594	1.1513594	0.9970661
preop:bleu-postop1:bleu	0.35000000	-0.6113594	1.3113594	0.9140453
postop1:vert-postop1:bleu	-0.08000000	-0.9792694	0.8192694	0.9999847
postop2:vert-postop1:bleu	-0.09000000	-0.9892694	0.8092694	0.9999658
postop3:vert-postop1:bleu	0.13250000	-0.7667694	1.0317694	0.9995489
preop:vert-postop1:bleu	0.40500000	-0.4942694	1.3042694	0.7893287
postop3:bleu-postop2:bleu	0.10666667	-0.8546927	1.0680260	0.9999314
preop:bleu-postop2:bleu	0.26666667	-0.6946927	1.2280260	0.9785060

postop1:vert-postop2:bleu -0.16333333 -1.0626027 0.7359360 0.9982692
postop2:vert-postop2:bleu -0.17333333 -1.0726027 0.7259360 0.9974884
postop3:vert-postop2:bleu 0.04916667 -0.8501027 0.9484360 0.9999995
preop:vert-postop2:bleu 0.32166667 -0.5776027 1.2209360 0.9208533
preop:bleu-postop3:bleu 0.16000000 -0.8013594 1.1213594 0.9990071
postop1:vert-postop3:bleu -0.27000000 -1.1692694 0.6292694 0.9670535
postop2:vert-postop3:bleu -0.28000000 -1.1792694 0.6192694 0.9601540
postop3:vert-postop3:bleu -0.05750000 -0.9567694 0.8417694 0.9999984
preop:vert-postop3:bleu 0.21500000 -0.6842694 1.1142694 0.9907593
postop1:vert-preop:bleu -0.43000000 -1.3292694 0.4692694 0.7383424
postop2:vert-preop:bleu -0.44000000 -1.3392694 0.4592694 0.7169183
postop3:vert-preop:bleu -0.21750000 -1.1167694 0.6817694 0.9901144
preop:vert-preop:bleu 0.05500000 -0.8442694 0.9542694 0.9999988
postop2:vert-postop1:vert -0.01000000 -0.8425616 0.8225616 1.0000000
postop3:vert-postop1:vert 0.21250000 -0.6200616 1.0450616 0.9865181
preop:vert-postop1:vert 0.48500000 -0.3475616 1.3175616 0.5273244
postop3:vert-postop2:vert 0.22250000 -0.6100616 1.0550616 0.9825176
preop:vert-postop2:vert 0.49500000 -0.3375616 1.3275616 0.5030755
preop:vert-postop3:vert 0.27250000 -0.5600616 1.1050616 0.9486130

Tableau 1 : durées moyennes des paramètres inter- et intra- segmentaux dans les séquences [ipa] et [api]

[ipa] vs. [api]							
patient	temp	contexte	v1 i-ipa	vtt i-ipa	sil-ipa	vot-ipa	v2a ipa
petr	preop	i-a	80,2	20,8	106,2	16,6	109,2
petr	postop1	i-a	136,8	42,8	159,4	39,8	168
petr	postop2	i-a	139,4	50,8	132,8	35,4	140,4
petr	postop3	i-a	84	25	144,25	20,25	113
zim	preop	i-a	102	18,2	101,8	15,6	132,4
zim	postop1	i-a	101,6	38,4	98,4	24,2	138,4
zim	postop2	i-a	94,2	31,4	105,8	24,8	119,6
zim	postop3	i-a	104,6	22,6	114,6	19,2	138
Sib	preop	i-a	104,6	21,2	105	26	108,2
Sib	postop1	i-a	97,8	24,6	102,6	22,8	113
Sib	postop2	i-a	101,4	28,2	104,4	18,6	108,6
Sib	postop3	i-a	92,8	28	114,6	20	111,4
Birl	preop	i-a	68,2	24,4	104,4	22,6	120,6
Birl	postop1	i-a	92	23,4	132,4	28,4	139,6
Birl	postop2	i-a	74,8	19,8	130,2	29,4	153
Birl	postop3	i-a	91	25,2	140,6	21,4	134,4
Glad	preop	i-a	62,8	18,2	80	18,8	121,4
Glad	postop1	i-a	69,4	20,6	84,6	16,6	101
Glad	postop2	i-a	70,8	22,2	86,2	17,2	129
Glad	postop3	i-a	75	19,6	79	18	119
SOM	preop	i-a	67,8	16,2	80	15,4	113,4
SOM	postop1	i-a	97,8	24,6	102,6	22,8	113
SOM	postop2	i-a	101,4	28,2	104,4	18,6	108,6
SOM	postop3	i-a	75	19,6	79	18	119
Roj	Préop	i-a	73,8	30,6	115,2	21,2	73,4
Roj	Post-Op1	i-a	75,8	38,4	114	22,4	92,2
Hach	Préop	i-a	98,60	28,80	63,60	17,20	134,40
Hach	Postop1	i-a	106,00	38,40	132,80	15,80	146,40
Ant	Préop	i-a	80	30,4	75	14,4	151,6
Ant	Post-Op1	i-a	107	27	104	35,4	146,8
Ant	Post-Op2	i-a	113	25,8	147,6	25,2	153,8
petr	preop	a-i	52	20	115,4	22,8	117
petr	postop1	a-i	101,4	34,2	149,2	46,2	139,2
petr	postop2	a-i	100,4	35,6	124,4	48	140,4
petr	postop3	a-i	76,25	45,25	113	42,5	102,75
zim	preop	a-i	84,6	18	111,2	34,6	133,4
zim	postop1	a-i	87,4	30,4	115,6	25,6	135
zim	postop2	a-i	83,6	24,2	132,6	25,8	124,2
zim	postop3	a-i	86,8	25,6	111,8	42	125,6
Sib	preop	a-i	91	23,2	112,4	26,6	107,6
Sib	postop1	a-i	74,4	23,2	105,2	45,4	110
Sib	postop2	a-i	79,6	21,8	104	32,4	107
Sib	postop3	a-i	97,8	25,8	102,2	26,6	121
Birl	preop	a-i	85,8	19,2	117	25,2	116,8
Birl	postop1	a-i	113,4	22,4	106	44	145,2
Birl	postop2	a-i	94	19	112,4	35	132,6
Birl	postop3	a-i	81,2	21,2	114,6	33,6	138
Glad	preop	a-i	58,8	16,6	88,2	18	150
Glad	postop1	a-i	63,6	12,4	99,6	26,8	150,8
Glad	postop2	a-i	79,2	15,4	80,8	21,4	132,4
Glad	postop3	a-i	73,4	14,6	76,4	20	140,2
SOM	preop	a-i	58,8	16,6	86,2	20	139,2
SOM	postop1	a-i	64,4	19,2	105,2	24,4	110
SOM	postop2	a-i	96,6	21,8	104	22,6	107
SOM	postop3	a-i	84,2	17,2	102,8	19	102
Roj	Préop	a-i	59,6	26,8	113,4	22,6	74
Roj	Post-Op1	a-i	75,6	41	133,4	34,2	124,6
Hach	Préop	a-i	89,4	16,2	97,6	24,4	110,8
Hach	Postop1	a-i	81,2	32,2	118,8	29,4	113,2
Ant	Préop	a-i	83,6	36,8	65,6	24,8	106,6
Ant	Post-Op1	a-i	109,4	32	110,4	46	110,8
Ant	Post-Op2	a-i	89,2	36,8	144,6	35,6	136,6

Tableau 2 : durées moyennes des paramètres inter- et intra- segmentaux dans les séquences [iba] et [abi]

[iba] vs.[abi]						
patient	temps	contexte	v1 i-iba	occ-iba	vot-iba	v2a iba
petr	preop	i-a	87,2	77,2	13,6	111,8
petr	postop1	i-a	136,8	175,4	15,6	138,6
petr	postop2	i-a	144,4	147,8	17,6	147,6
petr	postop3	i-a	91,6	114,4	16,8	115,8
zim	preop	i-a	135,8	88,4	9,6	163,6
zim	postop1	i-a	150,2	104,4	10,8	172,4
zim	postop2	i-a	125	98	12,6	126,8
zim	postop3	i-a	135,8	104,8	13,2	162,8
Sib	preop	i-a	126,2	110,4	13,6	123,4
Sib	postop1	i-a	99,4	104	16	117,6
Sib	postop2	i-a	104	92,6	12,4	117,6
Sib	postop3	i-a	97,2	88,8	11,4	106,6
Birl	preop	i-a	88,6	82,8	16,4	139,2
Birl	postop1	i-a	110,4	110,4	10,8	164,6
Birl	postop2	i-a	82,8	103,4	14,2	150,8
Birl	postop3	i-a	106	107,2	12	174,8
Glad	preop	i-a	84,2	67	9,2	128,6
Glad	postop1	i-a	86,6	74,6	12,4	128,8
Glad	postop2	i-a	68,8	81	10,6	132,8
Glad	postop3	i-a	78,8	79	9,6	137,8
SOM	preop	i-a	84,2	67	9,2	128,6
SOM	postop1	i-a	99,4	104	16	117,6
SOM	postop2	i-a	104	92,6	12,4	117,6
SOM	postop3	i-a	78,8	79	9,6	137,8
Roj	Préop	i-a	88,8	93	13,6	81,6
Roj	Post-Op1	i-a	80,2	119,2	17,2	93
Hach	Préop	i-a	119,57	90,33	18,50	142,60
Hach	Postop1	i-a	153,00	115,80	18,00	165,40
Ant	Préop	i-a	111,8	75,8	12,4	149,4
Ant	Post-Op1	i-a	118,6	85	19,6	140,2
Ant	Post-Op2	i-a	149,2	174,6	12,4	160,8
petr	preop	a-i	69	112	16,4	122
petr	postop1	a-i	133,2	173	27	150,2
petr	postop2	a-i	109,2	125,2	26,6	148,6
petr	postop3	a-i	92,8	119,6	21,6	105,8
zim	preop	a-i	125,6	106,2	16,6	126,6
zim	postop1	a-i	110,8	112,2	16,2	174,6
zim	postop2	a-i	113,6	118,8	13,6	189,2
zim	postop3	a-i	119	117	13,2	156,4
Sib	preop	a-i	95	89,4	12	117
Sib	postop1	a-i	91,2	86,6	9,2	129,4
Sib	postop2	a-i	101,4	96	8,4	120,4
Sib	postop3	a-i	84,6	106,4	11	126,2
Birl	preop	a-i	105,6	93,4	24,2	120
Birl	postop1	a-i	123	107,6	16,4	143,4
Birl	postop2	a-i	98,4	113,2	17,4	117,8
Birl	postop3	a-i	119,6	112,2	19,2	156
Glad	preop	a-i	82,8	91,4	9,2	130,8
Glad	postop1	a-i	82,8	81	14,6	146,4
Glad	postop2	a-i	87,2	77,2	13,6	153,6
Glad	postop3	a-i	90	76,6	10,2	135,2
SOM	preop	a-i	82,8	91,4	9,2	130,8
SOM	postop1	a-i	91,2	86,6	9,2	129,4
SOM	postop2	a-i	101,4	96	8,4	120,4
SOM	postop3	a-i	104	85	8,4	125,4
Roj	Préop	a-i	74	97,4	15,6	71,4
Roj	Post-Op1	a-i	99,6	124,6	16,6	103,4
Hach	Préop	a-i	117,71	108,57	18,57	120,29
Hach	Postop1	a-i	162,40	117,00	12,80	143,40
Ant	Préop	a-i	102,8	77,4	12,2	129,6
Ant	Post-Op1	a-i	108,8	131	12,6	149,4
Ant	Post-Op2	a-i	118	135,6	13,4	142

Tableau 3 : Résultat de données brutes de la mesure spectrale COG

		Moyenne COG							
Constrictives		s		ʃ		z		ʒ	
Patient	Phases	context [i-a]	context [a-i]	context [i-a]	context [a-i]	context [i-a]	context [a-i]	context [i-a]	context [a-i]
Petr	preop	4,354	5,4	3,52	3,67	2,73	4,16	2,06	3,08
Petr	postop1	3,28	3,16	2,99	3,01	1,16	1,9	1,04	0,97
Petr	postop2	3,24	2,89	3,37	2,96	1,63	1,6	1,78	1,14
Petr	postop3	3,56	3,41	2,71	2,76	2,89	1,84	2,53	1,23
Zim	preop	6,26	7,61	4,35	4,68	3,51	4,4	2,53	3,18
Zim	postop1	4,9	5,22	4,49	4,03	2,14	2,18	2,99	2,86
Zim	postop2	4,88	5,33	4,59	2,96	1,57	3,17	1,46	2,89
Zim	postop3	5,24	5,62	4,48	4,51	3,06	3,7	2,88	2,89
Sib	preop	6,7	6,53	3,47	3,33	3,06	3,89	2,44	2,69
Sib	postop1	5,4	5,32	3,3	4,08	3,19	3,08	2,9	2,03
Sib	postop2	5,04	6,24	3,96	3,41	2,4	2,92	1,97	1,99
Sib	postop3	5,95	6,15	3,42	3,37	1,82	3,9	1,53	3,38
Birl	preop	6,26	5,87	3,44	3,44	4,81	5,08	3,38	3,46
Birl	postop1	4,98	4,98	3,79	3,39	2,72	2,05	2,14	2,03
Birl	postop2	5,03	4,98	3,89	3,93	2,76	2,73	3,09	3,28
Birl	postop3	5,08	5,23	3,85	3,56	1,18	2,37	1,8	2,49
Glad	preop	5,74	5,3	3,06	3,49	3,08	2,62	1,97	2,56
Glad	postop1	4,54	3,78	3,34	3,48	2,19	2,01	2,95	1,64
Glad	postop2	3,74	3,76	2,94	2,91	2,85	1,38	2,12	1,43
Glad	postop3	4,5	3,99	2,99	3,04	2,78	1,82	2,01	2,03
SOM	preop	5,2	6,53	3,24	3,36	3,86	3,82	2,59	2,69
SOM	postop1	4,01	4,79	3,21	3,16	2,38	3,08	1,96	2,03
SOM	postop2	3,6	4,52	2,4	3,08	2,31	2,92	2,23	1,99
SOM	postop3	4,3	5,8	2,8	3,4	2,4	3,9	2,37	3,38
JCT	preop	6,05	4,38	5,47	3,49	3,83	4,86	3,59	3,8
JCT	postop1	3,72	3,1	3,99	3,15	2,06	2,03	2,79	2,79
JCT	postop2	4,6	3,46	4,63	3,41	3,37	3,36	3,22	2,98
JCT	postop3	4,21	3,99	4,18	3,81	2,76	3,8	2,42	3,78
Roj	preop	6,67	6,13	3,97	4,2	1,71	2,4	1,53	1,21
Roj	postop1	6	3,88	3,8	3,18	1,01	0,99	0,83	2,05
Hach	preop	7,23	7,15	4,11	4,9	0,7	0,67	1,55	2,51
Hach	postop1	5,096	5,18	3,64	3,71	0,61	0,48	1,58	1,22
Ant	preop	5,4	5,49	3,2	3,1	1,47	1,57	1,72	1,7
Ant	postop1	3,66	4,23	3,4	3,02	0,57	0,528	0,62	0,429
Ant	postop2	5	4,38	4,13	4,16	0,59	0,72	0,55	0,704

Données du questionnaire d'auto-évaluation de la qualité de parole et du ressenti (SHI)

Test de normalité

Shapiro-Wilk normality test

Speech:

"Préop" W = 0.81516, p-value = 0.02214
"Postop1" W = 0.9142, p-value = 0.3111
"Postop2" W = 0.84133, p-value = 0.07772
"Postop3" W = 0.87434, p-value = 0.2025

Psychosocial:

"Préop" W = 0.66838, p-value = 0.0003654
"Postop1" W = 0.91235, p-value = 0.2975
"Postop2" W = 0.93022, p-value = 0.5181
"Postop3" W = 0.86751, p-value = 0.1765

Total:

"Préop" W = 0.74851, p-value = 0.003423
"Postop1" W = 0.89437, p-value = 0.1898
"Postop2" W = 0.87587, p-value = 0.1719
"Postop3" W = 0.83728, p-value = 0.09371

Convention de stage

HOPITAUX CIVILS DE COLMAR
Pasteur - Le Parc - Le Centre pour Personnes Agées
39, avenue de la Liberté - 68024 COLMAR CEDEX
Téléphone 03 89 12 40 00 - Télécopie 03 89 12 42 98

Pôle de Gestion des Relations Sociales de la Formation et des Ecoles

Relations Sociales, Formation, Ecoles
Secrétariat : 03.89.12.40.14
Télécopie : 03.89.12.51.62

Etablissement certifié par la Haute Autorité de Santé

Relations Sociales, Formation, Ecoles

Coordination Générale des Soins Infirmiers, de Rééducation et Médico-techniques

Centre de Formation - Ecoles IDE, AS, IBODE

Affaire suivie par : Patrizia MOSCONI
☎ 03.89.12.40.15
Courriel : patrizia.mosconi@ch-colmar.fr

CONVENTION DE STAGE

ENTRE : UNISTRA
UNIVERSITE DE STRASBOURG
4 rue Kirschleger
67085 STRASBOURG

ET : LES HOPITAUX CIVILS DE COLMAR
39 avenue de la Liberté
68024 COLMAR CEDEX

Il est convenu ce qui suit :

ARTICLE 1 : L'objet de cette convention concerne le stage de Phonétique Générale et Expérimentale – Spécialité Phonétique Clinique effectué au sein du service d'ORL, sous la responsabilité de Monsieur le Docteur KENNEL, Chef de Service et de Madame CHARNEUX, orthophoniste par :

- Mme Hasna ZAOUALI
du 25/03/2015 au 31/12/2015 dans la limite de 39 jours

ARTICLE 2 : Ce stage est en rapport avec une thèse en doctorat en cours sous la responsabilité du Madame le Professeur Béatrice VAXELAIRE de l'UNISTRA. Durant le stage, Madame ZAOUALI sera soumise à la discipline des Hôpitaux Civils de Colmar, notamment en ce qui concerne les horaires de travail.
Toute absence non justifiée de l'agent sera signalée immédiatement à son établissement d'origine.

ARTICLE 3 : Pendant la durée du stage, le stagiaire, en matière de responsabilité juridique et droit du travail reste sous la responsabilité de l'Université de Strasbourg.
Le stagiaire est couvert par sa responsabilité civile. En cas d'accident, prévenir sous 24h le secrétariat de l'Université.

ARTICLE 4 : Durant ce stage, le stagiaire continuera à percevoir son traitement et à être couverte pour les risques accident du travail et responsabilité civile par l'Université.

Fait à Colmar, le 19 mars 2015

Le Directeur des Hôpitaux Civils,
Pour le Directeur et par Délégation,
Le Directeur Adjoint

Maïté LAURENT

Fait à Strasbourg le 30/03/2015

Le Stagiaire

Fait à Strasbourg, le 25/3/2015

Le Directeur de l'UNISTRA

UNIVERSITE DE STRASBOURG

Béatrice MEIER-MULLER
Directrice de la Direction
de la Recherche

CONVENTION D'ACCUEIL

Concernant : **Madame ZAOUALI Hasna**

Période de référence : **14/12/2015 – 30/06/2017**

ARTICLE 1

La présente convention règle les rapports de l'entreprise ci-dessous désignée :

Le GROUPE HOSPITALIER SAINT-VINCENT, 29 rue du Faubourg National - 67000 STRASBOURG représenté par son Directeur des Ressources Humaines Monsieur Antoine WINTER

Et :

Madame ZAOUALI Hasna, Doctorante chercheuse en Science du Langage, Phonétique Générale et Expérimentale, spécialité Phonétique Clinique à l'Institut de Phonétique de Strasbourg (IPS) E.A.1339 – Linguistique, Langues et Parole (LiLPa) Université de Strasbourg Patio Bâtiment 4 / bureau 4408 - 22 rue Descartes – 67084 STRASBOURG Cedex

Objet de recherche : INTELLIGIBILITE DE LA PAROLE APRES GLOSSECTOMIE
(Perturbations et réajustements de la production de la parole après glossectomie partielle / ou totale chez des patients atteints de cancer endo-buccaux.)

La stagiaire ci-dessus désignée a eu préalablement au stage, connaissance des clauses de la présente convention et y a consenti expressément.

ARTICLE 2

Le stage de formation aura pour objet essentiel d'assurer l'application pratique de l'enseignement donné sans que l'employeur puisse retirer aucun profit direct de la présence dans son entreprise du stagiaire.

ARTICLE 3

Le stage aura lieu du **14/12/2015 au 30/06/2017, période de référence pour mener les entretiens auprès des patients.**

ARTICLE 4

Durant son stage, la stagiaire sera soumise à la discipline de l'Etablissement d'Accueil.

ARTICLE 5

En cas de manquement à la discipline, l'Etablissement d'Accueil pourra mettre fin au stage.

ARTICLE 6

En ce qui concerne les risques encourus par la stagiaire durant son stage ; Celle-ci sera couverte par son assurance responsabilité civile.

ARTICLE 7

Les frais de formation nécessités par le stage sont à la charge de la stagiaire. La stagiaire ne pourra prétendre à aucune rémunération de l'entreprise formatrice.

Fait à Strasbourg, le 14 décembre 2015

La stagiaire,

Hasna ZAOUALI

Le Directeur des Ressources Humaines du Groupe Hospitalier Saint-Vincent

Antoine WINTER

GROUPE HOSPITALIER ST VINCENT
Jean François JEREGOU
Responsable Formation-Recrutement
Tél : 03 88 21 70 74

Étude acoustique de la production de la parole chez des patients glossectomisés

RÉSUMÉ

Le présent travail porte sur la production de la parole après exérèse chirurgicale d'une tumeur de la cavité buccale et oro-pharyngée afin de déceler les différentes perturbations articulatori-acoustiques qu'entraîne cette opération chirurgicale. Cette étude longitudinale vise à mettre au jour les possibles stratégies de *compensation* ou de *réajustements* que le patient peut mettre en place, seul ou à l'aide d'une rééducation orthophonique. L'*originalité* de ce travail réside dans la place importante accordée au niveau de l'organisation spatiotemporelle de la parole, à partir de l'exploitation de plusieurs paramètres articulatori-acoustiques, inter et intra segmentaux. Trois tâches linguistiques ont été étudiées : 1) la production de voyelles tenues [i, a, u] ; 2) la production de séquences VCV dans deux contextes différents, la consonne étant l'une des occlusives ou des fricatives du français [p, t, k, b, d, g, s, ʃ, z, ʒ] ; 3) l'évaluation subjective de la qualité de parole après glossectomie. Les enregistrements acoustiques des productions des patients ont été effectués pendant 4 phases : 1) en préopératoire (la veille de l'intervention) ; 2) en Postop1 (entre 1 et 1, 5 mois) ; 3) en Postop2 (3 mois après la chirurgie) ; et 4) en Postop3 (6mois après l'intervention).

Dix patients et trois sujets sains ont été enregistrés. Les données recueillies auprès des patients, informant sur les perturbations et les ajustements en parole, correspondaient aux mesures temporelles et spectrales effectuées sur le signal acoustique, ainsi que l'auto-évaluation par les patients de la qualité de leur parole (*Speech Handicap Index* ou SHI).

Les perturbations des gestes articulatoires et les ajustements relevés, propres à chaque patient, à partir des données acoustiques nous ont permis de mettre en exergue les caractérisations des production vocaliques et consonantiques après exérèse carcinologique localisée dans le système de production de la parole. Il s'est révélé intéressant que les modifications de la synergie linguale avec différentes structures dans le conduit vocal, ainsi que les changements anatomophysiologiques des cavités orales, apportées par la glossectomie, empêchent certains patients d'atteindre les *cibles* articulatoires attendues. Néanmoins, les productions demeurent, de manière générale, dans des zones de *viabilité*, correspondant au bout du compte à des réalisations articulatori-acoustiques intelligibles.

MOTS CLES : Parole, production, acoustique, cancers endo-buccaux, glossectomie, perturbation, compensation, réajustements, auto-évaluation, viabilité.

ABSTRACT

The present work focuses on the production of speech after surgical excision of a tumour in the oral and oropharyngeal cavity in order to detect various articulatory-acoustic perturbations that such a surgical operation entails. This longitudinal study aims to reveal possible *compensation* or *readjustment* strategies that the patient can deploy, alone or with the help of speech therapy. The *originality* of this work lies in the importance given to the spatial and temporal organisation of speech, by examining several articulatori-acoustic inter and intra segmental parameters. Three linguistic tasks have been investigated: 1) the production of sustained vowels [i, a, u]; 2) the production of VCV sequences in two different contexts, the consonant being one of the French plosives or fricatives [p, t, k, b, d, g, s, ʃ, z, ʒ]; 3) a subjective assessment of speech quality after glossectomy. The acoustic recordings of the patients' productions were carried out during 4 phases: 1) preoperatively (the day before the intervention); 2) in Postop1 (between 1 and 1, 5 months); 3) in Postop2 (3 months after surgery); 4) in Postop3 (6 months after the intervention).Ten patients and three healthy subjects were recorded. The data collected from patients, informing about perturbations and adjustments, corresponded to temporal and spectral measurements carried out on the acoustic speech signal. The also included self-evaluation by the patients of the quality of their speech (Speech Handicap Index or SHI). Perturbation of the articulatory gestures and subsequent adjustments, observed for each patient from the acoustic data, allowed highlighting characterisations of vocalic and consonantal productions after tumour excision localised in the speech production system. It was interesting to realise that changes in lingual synergy with different structures in the vocal tract, as well as anatomo-physiological changes in the oral cavities, provoked by glossectomy, prevent some patients from attaining expected articulatory targets. However, productions generally remain within viability domains, ultimately corresponding to intelligible articulatory-acoustic productions.

Keywords: Speech, production, acoustics, oral cancer, glossectomy, perturbation, compensation, readjustments, self-assessment, viability.