

## Étude des caractéristiques spatio-temporelles de la production de la parole chez des patients glossectomisés

Hasna Zaouali<sup>1</sup>, Béatrice Vaxelaire<sup>1</sup>, Christian Debry<sup>2</sup>, Rudolph Sock<sup>1&3</sup>

<sup>1</sup>U.R. 1339-Linguistique, Langues et Parole (LiLPa) –ER Parole et Cognition  
Institut de Phonétique de Strasbourg (IPS) – Université de Strasbourg  
22 rue Descartes – 67084 Strasbourg– Cedex, France.

<sup>2</sup>Service O.R.L. - Hôpitaux Universitaires de Strasbourg  
1 av. Molière – 67098 Strasbourg – Cedex, France.

<sup>3</sup>LICOLAB - Université Pavla Jozefa Safarika, Faculté des Lettres Košice – Slovaquie.  
hasnazaouali@live.fr

### RESUME

---

Cette étude porte sur les caractéristiques spatio-temporelles de la production de séquences VCV par des patients glossectomisés suite à un cancer endo-buccal. Plus précisément, il s'agit d'analyser les différents paramètres acoustiques (V1, VOT, VTT, silence, occlusion, V2), cette analyse nous permettra de rendre compte des conséquences d'une glossectomie sur le timing des gestes articulatoires (Sock, 1998). Dix patients ont été enregistrés sur plusieurs phases pré- et post-chirurgicales ; il s'agit donc d'une étude longitudinale. Le corpus étudié est composé de huit séquences de type VCV. L'objectif est principalement d'observer à partir du signal acoustique, différents événements acoustiques interprétables directement en termes articulatoires, en tentant ainsi de remonter aux configurations articulatoires. L'analyse statistique a montré des modifications significatives au niveau de la durée pour toutes les variables mesurées lors des phases d'enregistrements post-chirurgicales. En effet, une amélioration dans la production des séquences apparaît progressivement avec le temps et la réhabilitation orthophonique qui se manifeste pour certains patients par un retour aux valeurs initialement relevées lors de la phase pré-chirurgicale.

### ABSTRACT

---

#### **An acoustic study of spatio-temporal characteristics of speech production in glossectomised patients**

This study examines the spatio-temporal characteristics of production of VCV sequences uttered by glossectomised patients following endo-oral cancer. More specifically, it involves analysing different acoustic parameters such as: (V1, VOT, VTT, the acoustic silent phase, occlusion, V2). This investigation should allow us to report the consequences that glossectomy may have on the the timing of articulatory gestures (Sock, 1998). Ten patients were recorded in several pre- and post-surgical phases; it is thus a longitudinal study. The corpus analysed consists of eight VCV sequences. The objective is mainly to observe in the acoustic signal various acoustic events directly interpretable in articulatory terms, and thereby attempting to infer articulatory configurations from the timing between specific acoustic events. Statistical analyses showed significant changes in the duration of all variables measured during post-surgical recording phases. An improvement in the

production of the sequences appears gradually over time and speech therapy, as can be seen for some patients whose productions resemble initial values recorded during the pre-surgical phase.

---

**MOTS-CLES** : parole pathologique, glossectomie, analyse acoustique, perturbations, timing, VOT, VTT, réajustements.

**KEYWORDS**: speech pathology, glossectomy, acoustic analysis, perturbations, timing, VOT, VTT, readjustments.

## 1 Introduction

Nous proposons dans ce travail d'étudier les caractéristiques spatiotemporel de la production de la parole de patients glossectomisés suite à un cancer endo-buccal, et ce en fonction du site, de la taille de la résection et des traitements subis par chaque patient. Il est question d'estimer les effets d'une glossectomie partielle ou d'une pelvi-glossectomie<sup>1</sup> sur le *timing* des articulateurs, à partir d'un corpus composé de séquences de type VCV.

Notre démarche se veut articulatoire-acoustique ; pour cela nous 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 impactant 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-chirurgicales (Préop, Post-Op1, 2 et 3), ce qui devrait nous permettre d'étudier les perturbations et les réajustements que les patients pourraient déployer après la glossectomie. Notons que selon la taille de l'exérèse, le site de la tumeur et le type de reconstruction, les patients glossectomisés trouvent des difficultés à réaliser certains sons, et en particulier les occlusives linguales [t, d, k, g] (Savariaux *et al.*, 2000 ; Acher *et al.*, 2014 ; Zaouali *et al.*, 2018). En effet, après une résection carcinologique de la langue, l'occlusion est partielle, et certains patients ont tendance à réaliser une occlusive ayant des propriétés de constrictive, engendrant une extension de la durée des paramètres inter et intra-segmentaux. Pour certains patients, l'atteinte de la cible articulatoire n'est pas toujours évidente. Les patients glossectomisés mettent en œuvre 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 (Vaxelaire, 2007 ; Zaouali *et al.*, 2018). Une amélioration au niveau de la production de la parole est donc discernable au cours du temps et de la réhabilitation orthophonique.

Par rapport aux travaux déjà effectués dans ce domaine, l'originalité de notre étude réside dans le fait que, outre l'examen du VOT, nous analysons de près un autre timing intra-segmental, le VTT (Voice Termination Time ou délai d'arrêt du voisement), et le timing inter-segmental de V1, de C et de V2 des séquences VCV.

---

<sup>1</sup> Pelvi-glossectomie : ablation d'une partie de la langue et du plancher buccal

## 2. Procédure expérimentale

### 2.1. Participants

Cette étude est réalisée à partir d'une cohorte de dix patients : trois femmes (ZIM, PETR et HACH), et sept hommes (SIB, SOM, GLAD, JCT, BIRL, ANT et ROJ) dont la production de la parole a été enregistrée dans différents établissements hospitaliers localisés en Alsace. Les enregistrements ont été réalisés sur quatre phases pré- et post-chirurgicales : Préop (la veille de l'intervention), Post-Op1 (entre 1 et 1,5 mois après l'intervention), Post-Op2 (3 mois après l'intervention), Post-Op3 (6 mois après l'intervention). Ces patients ont subi différentes ablations linguales, partielles ou sub-totales, suivies ou non de reconstructions (*cf.* Tableau1). Signalons que le patient JCT a été exclu de notre analyse. En effet, suite à la lourdeur de la résection subie par ce patient, certains paramètres n'étaient pas mesurables ; une étude spectacle a été réalisée pour ce cas clinique (*cf.* Zaouali *et al.*, 2018). Nous nous sommes concentrés dans cette étude sur les données de six patients ayant accompli les 4 sessions d'enregistrements pré- et post-chirurgicales. Notons que la radiothérapie a eu lieu dans les deux, voire trois mois qui suivaient l'exérèse. Selon le site et le type de résections, le début de la thérapie était variable d'un patient à un autre, et les patients n'avaient pas le même nombre de séances de traitement, ni le même dosage.

**Tableau 1** : 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). 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	T2NoMo	Glossect-Partielle G	Suture	Radiothérapie	Oui en libéral
SOM	30	M	Ingénieur	T1NoMo	Glossect-Partielle D	Suture	Curiothérapie	Non
ZIM	69	F	Infirmière	pT4aN2bMo	Pelvi-Glossect D	Suture	Radiothérapie	Non
GLAD	53	M	Conducteur	T2NoMo	Glossect-Partielle D	Suture	Radiothérapie	Oui en libéral
PETR	65	F	Retraité	T4NoMo	Pelvi-Glossect D	Suture	Radiothérapie	Oui au service ORL
JCT	53	M	Manager	T4NoMo	Pelvi-Glossect -Totale	Lambeau libre Antérolatéral	Radiothérapie	Oui en libéral
HACH	24	F	Etudiante	T4N2bMo	Hémi-Glossectomie D	Lambeau libre Anté-brachial	Radiothérapie	Oui en libéral
BIRL	47	M	Fonctionnaire	T3NoMo	Pelvi-Glosso-mandib G	Lambeau libre du péroné	Radiothérapie	Oui en libéral
ANT	68	M	Sans	T4N2bMo	Oro-pharyngectomie D	Lambeau peaucien	Radiothérapie	Non
ROJ	60	M	Fonctionnaire	T1NoMo	Glossect-Partielle D	Suture	Radiothérapie	Non

### 2. 2 Corpus

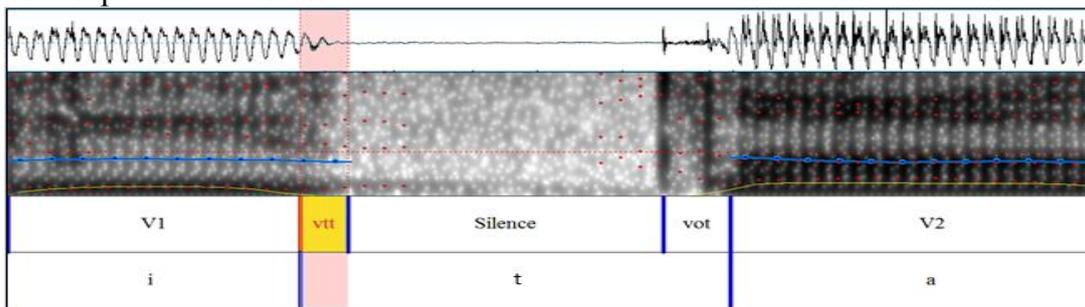
Le corpus utilisé dans cette étude est composé de huit logatomes. Les logatomes ont été construits comme suit : si  $V1 = [i]$  alors  $V2 = [a]$  et *vice versa*. La consonne est l'une des 4 occlusives [t, k, d, g]. Ces consonnes ont été choisies car elles offrent la possibilité d'observer l'effet de la chirurgie et des traitements postopératoires 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 huit logatomes sont donc les suivants : [ati], [aki], [adi], [agi], [iga], [ida], [ika] et [ita].

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 limités, au bout du compte, à 5 répétitions qui était le nombre de répétitions minimum atteint par l'ensemble des patients.

## 2.3 Mesures

Pour chaque logatome, nous avons mesuré les durées : 1) de la première voyelle (V1) ; 2) de l'occlusion pour les consonnes voisées et du silence acoustique pour les consonnes non-voisées ; 3) de la seconde voyelle (V2). En outre, nous avons mesuré : 4) le VTT (*Voice Termination Time*), ou délai d'arrêt du voisement qui correspond, pour les occlusives non-voisées seulement, à l'intervalle entre la disparition de la structure formantique clairement définie de V1 à la fin d'oscillations périodiques dans la phase silencieuse de la consonne C, soit 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 ; 5) le Voice Onset Time (VOT), ou délai d'établissement du voisement, qui correspond à l'intervalle allant de l'explosion-friction (*burst*), due au relâchement consonantique, à l'apparition d'une structure formantique clairement définie de V2, reflétant un conduit vocal dégagé (Klatt, 1975). Notons que 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 (*cf.* Figure 1 *infra*). Nous avons utilisé le modèle linéaire (*lm*) sous R pour effectuer nos analyses statistiques. Une analyse de variances ANOVA à mesures répétées a été réalisée.



**Figure 1 :** Mesures temporelles pour une séquence VCV, où C correspond à une consonne non-voisée. Exemple de [ita]

## 3. Hypothèses

Suite à la glossectomie, de possibles modifications pourraient s'engendrer au niveau de la configuration de la cavité buccale du patient et du timing des articulateurs. En conséquence, nous avons émis les hypothèses suivantes :

Nous pensons pouvoir observer des altérations qui pourraient 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 de l'opposition de sonorité chez les occlusives du français. Ainsi, l'opposition, au niveau des caractéristiques acoustiques temporelles, entre consonne voisée et consonne non-voisée devrait être également perturbée.

Relativement aux difficultés du contrôle de l'occlusion des occlusives dentales et vélares, et au 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 facto* la durée du VOT.

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.

Suite à la diversité des stratégies compensatoire déployées selon les patients, une variabilité inter et intra individuel serait notable lors des phases post-chirurgicales. Le temps et la rééducation devraient permettre une amélioration dans la production de la parole chez nos sujets patients ; qui devrait progressivement apparaître en (Post-Op2 et 3).

## 4. Résultats

Les analyses statistiques de variances (ANOVA à mesures répétées) multifactorielles avec correction Tukey ont été réalisées pour toutes les variables mesurées, à savoir : (V1, le VTT, le silence acoustique, l'occlusion, le VOT, V2). Nous avons essayé de savoir s'il existerait des effets significatifs des facteurs principaux suivants : *temps*, *chirurgie*, *contexte vocalique* et *sonorité*.

Dans cette investigation, nous avons relevé des effets significatifs pour la plupart des variables mesurées, certaines interactions indiquaient également des effets significatifs ( $p < 0,05$ ). Pour illustrer nos résultats nous avons choisi de présenter les paramètres VTT et VOT des occlusives [t] et [k] dans deux contextes différents [i-a] et [a-i].

En ce qui concerne la voyelle précédente V1 dans les séquences VCV étudiées, les résultats de l'analyse statistique montrent une différence significative pour les 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 » :  $[F(1)=-15,446 ; p < 0,0012]$ .

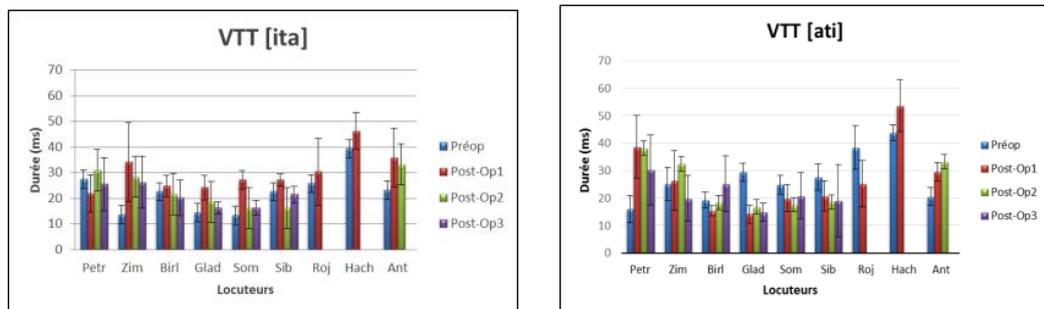
Pour la variable VTT, les 2 effets principaux qui se sont révélés statistiquement significatifs sont : « temps » et « chirurgie » : pour le facteur « temps », nous avons relevé des différences significatives entre Préop et Post-Op1  $[F(3)=-4,855 ; p < 0,03761]$  ; Préop et Post-Op2 :  $[F(3)=-6,10556 ; p < 0,00490]$  ; 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 », elle 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 pelvi-glossectomisés, par

---

<sup>2</sup> Patients partiellement glossectomisés

<sup>3</sup> Patients pelvi-glossectomisés

rapport aux patients ayant subi une glossectomie partielle. Cela nous indique que les patients 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 ouverture [i], mais elle est encore plus notable dans celui de la voyelle de grande ouverture [a] (cf. Figure 2). L'interaction entre les facteurs « chirurgie » (type d'exérèse) et « sonorité » ne montre pas de différences significatives pour la variable VTT entre les patients pelvi-glossectomisés et leurs homologues partiellement glossectomisés, en contexte consonantique non-voisée.



**Figure 2:** Valeurs de la durée du VTT en contexte [t] pour les logatomes [ita] (à gauche) et [ati] (à droite) en fonction du patient

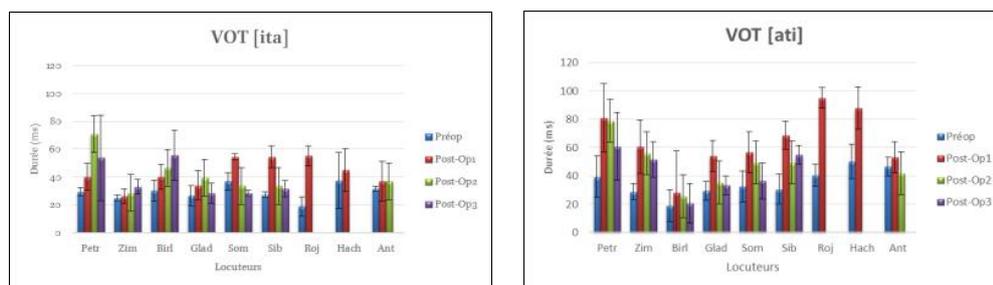
En ce qui concerne la variable silence acoustique (SIL), les facteurs « temps » et « chirurgie » se sont révélés significatifs : « temps » entre Préop et Post-Op1 [F (3) = -13,344 ;  $p < 0,0086$ ] ; chirurgie [F (1) = -18,131 ;  $p < 0,0001$ ]. Le silence acoustique pour les occlusives non-voisées est visiblement plus important en Post-Op1 après une pelvi-glossectomie qu'après une glossectomie partielle. Notons que pour les productions de certains patients, le silence acoustique n'était pas mesurable (ex patient JCT). 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 dans les productions du même patient.

Nous avons également observé une altération de la variable durée de l'occlusion, les effets principaux « temps », « contexte vocalique » 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,  $p < 0.0488$ ] ; « chirurgie » : [F (3) = 14,717 ;  $p < 0,00003$ ].

Par rapport à 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

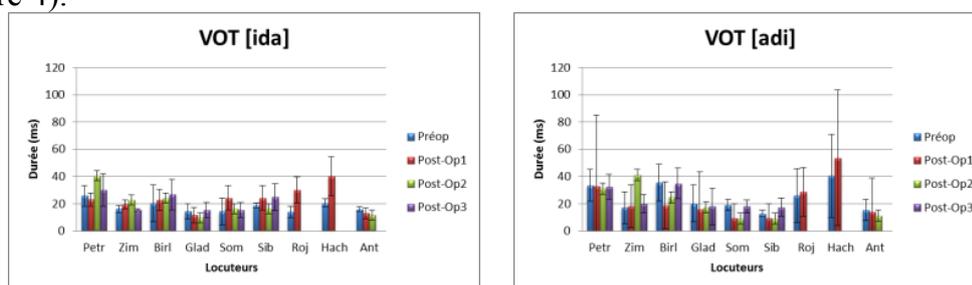
« chirurgie » pour la variable VOT pourrait être intéressante ; celle-ci indique des différences significatives entre les patients ayant subi une pelvi-glossectomie et ceux partiellement glossectomisés. En effet, l'interaction dévoile un VOT plus important pour les patients pelvi-glossectomisés par rapport 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 non seulement par la différence des schémas opératoires (la variabilité des traitements chirurgicaux en termes d'étendue de l'exérèse), mais aussi l'importance des traitements complémentaires nécessaires pour chaque exérèse comme la radiothérapie qui viennent généralement bousculer le déroulement de la récupération. Ces contraintes font de la population un groupe hétérogène ce qui aura une incidence non négligeable sur les délais de récupération. 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 forcément le geste articulatoire après 6 mois, mais le réajustement peut probablement avoir lieu plus tard (Zaouali, 2019). L'interaction entre les facteurs « temps » et « chirurgie » pour la variable VOT n'était pas significative, ni en Préop [F (5) = -5,672 ; p<0,067] ni 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 ORL préopératoire et la classification TNM. Cela peut aussi révéler que le Préop peut être considéré comme la parole de référence du patient, quels que soient 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 (pelvi-glossectomie 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 une résection nécessitant un changement anatomo-physiologique, donc des possibles reconstructions.

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. Signalons que les patients ROJ, HACH et ANT n'ont pas pu être suivis jusqu'au Post-Op3 (nous nous sommes limités à comparer les résultats de leurs productions qui étaient à notre disposition). En effet, à partir de la figure *infra* (cf. Figure 3), 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 dernière correspond à des différences inter et intra-individuelles. Cette différence peut être liée à des questions de transition, lors du passage de la consonne à la voyelle (V2=i) [C=> i] (voir *infra* pour une explication possible). Notons que le VOT et le VTT n'étaient pas mesurables pour le patient JCT.



**Figure 3** : Valeurs de la durée du VOT en contexte [t] pour les logotomes [ita] (à gauche) et [ati] (à droite), en fonction du patient

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 étudiée). En effet, nous avons constaté que la valeur du VOT en Post-Op 1 est élevée chez six patients sur les neuf présentés. C'est le cas chez les patients (ZIM, BIRL, SOM, SIB, ROJ et HACH) pour le contexte [i-a]. 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 4).



**Figure 4** : Valeurs de la durée du VOT en contexte [d] pour les logotomes [ida] (à gauche) et [adi] (à droite), en fonction du patient

En ce qui concerne 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< 0,0001]. 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.

## 5 Discussion et conclusion

À partir de l'analyse des résultats des différents paramètres temporels mesurés, nous avons conclu que les différentes exérèses carcinologiques subies par chaque patient modifient significativement la durée des paramètres retenus. 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. Le voisement consonantique favoriserait ainsi une augmentation de la durée des voyelles adjacentes avec qui cette consonne partage le même trait de sonorité.

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. 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 laps de temps d'amortissement de l'activité laryngée plus long qui déborderait sur la phase silencieuse de ces consonnes non-voisées.

Pour le VOT, nous avons observé 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 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 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 requiert un contrôle plus précis et qui pose visiblement plus de problème à nos patients glossectomisés que la transition [C=> a]. Certains patients semblent trouver plus d'aisance à réaliser une constriction radico-pharyngale indispensable pour la réalisation de la qualité acoustique de la 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. Notons qu'une variabilité inter- et intra-individuelle est marquante au niveau de l'ensemble des paramètres mesurés. Les écarts types sont généralement plus élevés en Post-Op1 et 2. Une diminution et une stabilisation des moyennes et des écarts types sont relevées en Post-Op3, suite au réajustement effectué par les patients.

Cette étude nous a permis de voir comment les patients glossectomisés, malgré la perturbation induite par la chirurgie et les différents traitements post-opératoires, peuvent réajuster leurs gestes articulatoires, grâce à l'examen du réaménagement spatiotemporel des différents paramètres acoustiques inter- et intra-segmentaux mesurés. Nous avons ainsi tenté d'aller plus loin que d'autres études traitant des effets de la glossectomie sur la production acoustique de patients (cités *supra*), en examinant le timing du VTT, de V1, de C et de V2, dans les séquences VCV.

Il serait bien de procéder à une orientation du travail de réhabilitation orthophonique vers des voyelles facilitatrices, telles que les voyelles mi-ouvertes et ouvertes du français, et se focaliser sur le temps de récupération à partir du 3<sup>ème</sup> ou du 6<sup>ème</sup> mois.

Il serait intéressant aussi de réaliser des tests de perception, et de comparer les deux niveaux acoustique et perceptif, afin de d'évaluer les efficacités de ces réorganisations articulatoire-acoustiques.

## Références

Abry C., Benoit C., Boë L.J., & Sock R. (1985). Un choix d'événements pour l'organisation temporelle du signal de parole. 14<sup>èmes</sup> Journées d'Etudes sur la Parole, Société Française d'Acoustique, 133-137.

Acher A., Perrier P., Savariaux C & Fougeron C., Speech production after glossectomy: methodological aspects, *Clinical Linguistics and Phonetics*. (2014), 28(4), pp. 241-256. DOI: 10.3109/02699206.2013.802015.

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.

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 XXIII<sup>rd</sup> Journées d'Étude de la Parole*, (pp 433-436), Aussois, France.

Savariaux C., Vilain C., Baciou 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). DOI: 10.4000/books.editionsmsmsh.13750

Klatt D.H., (1975). Voice onset time, frication and aspiration in word-initial consonant clusters. *Journal of Speech and Hearing Research*, 18, 686-706. DOI:10.1044/jshr.1804.686

Sock R (1998). Organisation temporelle en production de la parole. Émergence de catégories sensori-motrices phonétiques. (Doctorat d'Etat). Institut de la Communication Parlée de Grenoble/INPG & Université Stendhal, Grenoble.

Sock R., & Vaxelaire B. (2001). Réflexions sur le timing de la quantité. *Travaux de l'Institut de Phonétique de Strasbourg, TIPS*, 31, 89–126.

Vaxelaire, B. (2007). 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

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. 2<sup>nd</sup> International Conference on Natural Language and Speech Processing (ICNLSP). 25-26 Avril 2018 Algiers. pp 60-66. In *IEEE Xplore Digital Library*. DOI: 10.1109/ICNLSP.2018.8374377

Zaouali H. (2019). Étude acoustique de la production de la parole chez des patients glossectomisés (Thèse de Doctorat). UR 1339 Linguistique, Langues et Parole – LiLPa & Institut de Phonétique de Strasbourg – IPS, Université de Strasbourg.