

# ÉTUDE ACOUSTIQUE DE LA PRODUCTION DE LA PAROLE CHEZ DES PATIENTS GLOSSECTOMISÉS

**Hasna ZAOUALI**

hasna.zaouali@univ-lorraine.fr

Soutenue en septembre 2019

sous la direction

Pr. Béatrice VAXELAIRE

1

# Cadre général et conceptuel



2

# CADRE (1)

## MISE EN ŒUVRE DU PROJET

- Projet de la Maison Inter-universitaires des Sciences de l'Homme Alsace (MISHA) 2013-2017 qui s'intitule Percevoir la Parole : une Histoire Sensori-Motrice d'Événements Audibles et Visibles
- IdEx 2014-2016 **Plateforme UNISTRA** de Linguistique & Phonétique Cliniques qui consiste à la création d'une base de données pathologiques
  
- **Collaborations :**
  - **Pr : C. Debry ; Pr : P. Schultz** (les Hôpitaux Universitaires de Strasbourg, Hautepierre)
  
  - **Dr: G . Bronner** (Groupe Hospitalier Saint Vincent à Strasbourg)
  
  - **Dr : P. Kennel ; Dr : I. Hammani** (Hôpitaux Civils de Colmar, Hôpital Louis Pasteur)

# CADRE THÉORIQUE (2)

- *Perturbations et des réajustements (Vaxelaire, 2007)*
- *Théorie de la Viabilité (Sock, 2001)*
- *Problématiques liées aux chirurgies de la cavité orale, et plus précisément des chirurgies de la langue*

Il s'agit :

- d'affiner nos connaissances du degré de flexibilité du système de **production** et de **perception** de la *parole normale*
- développer une méthodologie de caractérisation articulatoire, acoustique, perceptive de la *parole pathologique*

# OBJECTIFS

- Évaluer les **conséquences** d'une chirurgie sur la parole des patients
- Déceler les différentes perturbations qu'entraîne cette exérèse chirurgicale
- Mettre au jour les possibles réajustements (étude longitudinale)

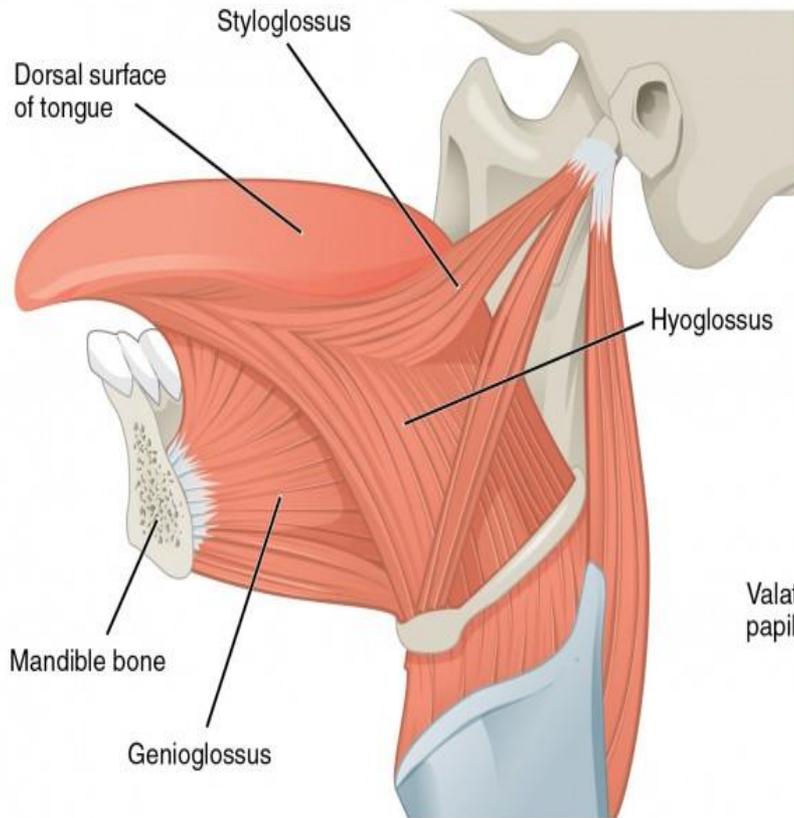
# ÉTAT DE LA QUESTION

- Les cancers de la bouche, du pharynx, du larynx et de la langue représentent 12% de tous les cancers (VADS)
- 15 000 patients en France chaque année
- Décès de 5 000 patients par an
- 95% des cas traitement par chirurgie

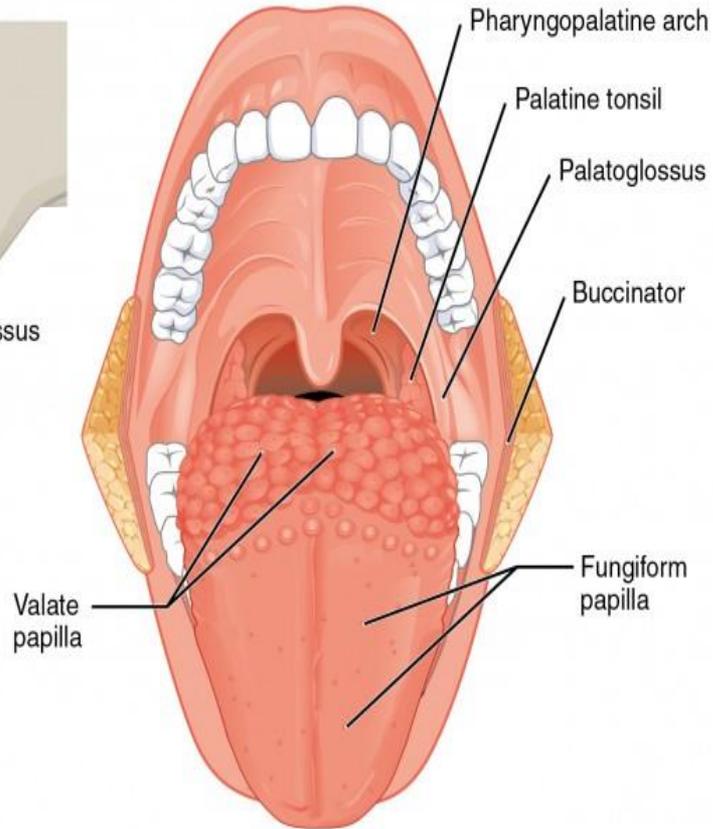
# ANATOMIE - PATHOLOGIE

7

# ANATOMIE



(a) Extrinsic tongue muscles



(b) Palatoglossus and surface of tongue

# PATHOLOGIE & TRAITEMENTS

- Chirurgie
- Chimiothérapie
- Radiothérapie
- Curiethérapie

# PRISES EN CHARGES & RÉHABILITATION

## Chirurgie

- Glossectomie partielle
- Hémi-glossectomie
- Pelvi-glossectomie (partielle / totale)
- Pelvi-glosso-mandibulectomie

## Reconstruction

- Lambeaux locaux
- Lambeaux pédiculés
- Lambeaux libres

## Autres prises en charges

- Psychologique
- Orthophonique

# CONSÉQUENCES DE LA GLOSSECTOMIE SUR LA PRODUCTION DE PAROLE

- Altération et déformation de certains sons
- Diminution ou perte de mobilité linguale
- Atteinte de l'intelligibilité
- La mise en place de différentes stratégies de compensations

# HYPOTHÈSES

## Fréquentiel (Voyelles)

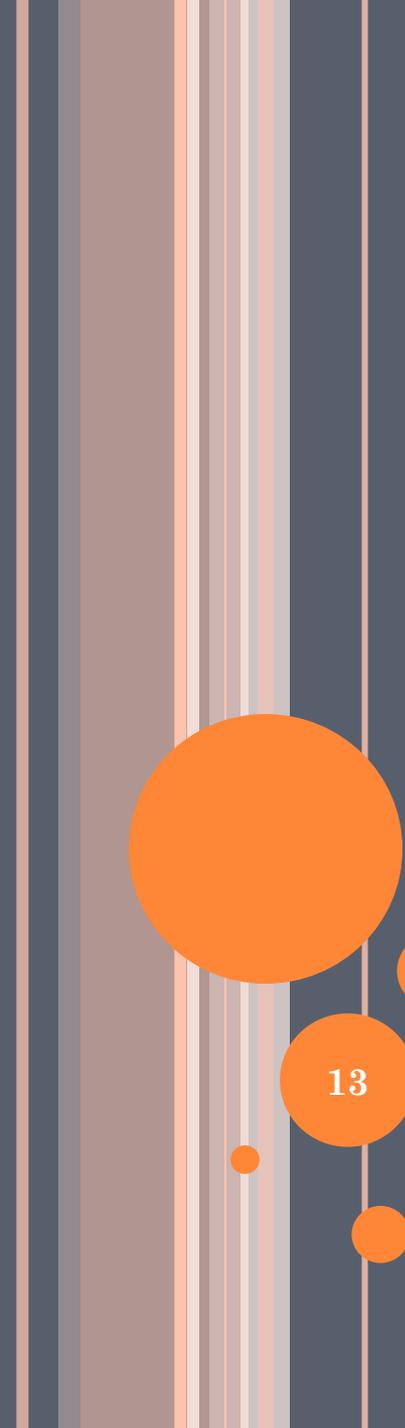
- Perturbations formantiques F1 / F2
- Réduction des aires des espaces vocaliques
- Indice F (Phi)

## Temporel (Occlusives)

- Réorganisation spatio-temporelle au niveau inter- et intra-segmental

## Spectral (Constrictives)

- Perturbation des valeurs du Centre de Gravité (COG) et de la MC



# PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

13

## Méthode

# CRITÈRES DE SÉLECTION DES PATIENTS

## ➤ Critères d'inclusion

- Patients avec cancer de l'oropharynx ;
- Patients étant en mesure de prononcer tout le corpus;
- Patients pour qui le français est la langue maternelle

## ➤ Critères d'exclusion

- Patients en stade tumoraux avancés ;
- Patients en récurrence de cancer ;
- Patients dont le suivi est jugé difficile par l'investigateur (cas de mandibulectomie isolée)

# PATIENTS

## ➤ Population

- Source : 30 patients
- Retenues : 10 patients glossectomisés éligibles
  - 7 hommes et 3 femmes
- Contrôle : 3 locuteurs
  - 2 hommes et 1 femme

## ➤ Types d'exérèses

- 5 glossectomies partielles du bord latérale gauche ou droit
- 2 pelvi-glossectomies partielles
- 1 pelvi-glosso-mandibulectomie + reconstruction
- 1 hémi-glossectomie + reconstruction
- 1 pelvi-glossectomie totale + reconstruction

# PARTICIPANTS RETENUS POUR NOTRE ÉTUDE

Identification patients	Âge	Sexe	Profession	TNM	Type d'exérèse	Reconstruction	Traitements complémentaires	Rééducation ortho
SIB	42	M	Manager	T <sub>2</sub> N <sub>0</sub> M <sub>0</sub>	Glossect-Partielle G	Suture	Radiothérapie	Oui en libéral
SOM	30	M	Ingénieur	T <sub>1</sub> N <sub>0</sub> M <sub>0</sub>	Glossect-Partielle D	Suture	Curiothérapie	Non
ZIM	69	F	Infirmière	pT <sub>4a</sub> N <sub>2b</sub> M <sub>0</sub>	Pelvi-Glossect D	Suture	Radiothérapie	Non
GLAD	53	M	Conducteur	T <sub>2</sub> N <sub>0</sub> M <sub>0</sub>	Glossect-Partielle D	Suture	Radiothérapie	Oui en libéral
PETR	65	F	Retraité	T <sub>4</sub> N <sub>0</sub> M <sub>0</sub>	Pelvi-Glossect D	Suture	Radiothérapie	Oui au service ORL
JCT	53	M	Manager	T <sub>4</sub> N <sub>0</sub> M <sub>0</sub>	Pelvi-Glossect -Totale	Lambeau libre Antérolatéral	Radiothérapie	Oui en libéral
HACH	24	F	Etudiante	T <sub>4</sub> N <sub>2b</sub> M <sub>0</sub>	Hémi-Glossectomie D	Lambeau libre Anté-brachial	Radiothérapie	Oui en libéral
BIRL	47	M	Fonctionnaire	T <sub>3</sub> N <sub>0</sub> M <sub>0</sub>	Pelvi-Glosso-mandib G	Lambeau libre du péroné	Radiothérapie	Oui en libéral
ANT	68	M	Sans	T <sub>4</sub> N <sub>2b</sub> M <sub>0</sub>	Oro-pharyngectomie D	Lambeau peaucien	Radiothérapie	Non
ROJ	60	M	Fonctionnaire	T <sub>1</sub> N <sub>0</sub> M <sub>0</sub>	Glossect-Partielle D	Suture	Radiothérapie	Non

# MÉTHODOLOGIE & ENREGISTREMENT

Phases d'enregistrement :

- **Préopératoire** : la veille de l'intervention  
→ **Parole de référence du patient**
- **Post-opératoire 1** : 30 à 45 jours après l'intervention  
→ **Voir les perturbations**
- **Post-opératoire 2** : 3 mois après l'intervention  
→ **Mesurer la possible récupération**
- **Post-opératoire 3** : 6 mois après l'intervention  
→ **Mesurer l'amélioration dans la récupération**

# CORPUS

## Voyelles tenues :

[i, a, u]

## Séquences Voyelles-Consonnes-Voyelles (VCV) :

V1 = [i] et V2 = [a]

où V1 = [a] et V2 = [i]

C = [p t k b d g s ʃ z ʒ]

[iba] vs. [abi] [issa] vs. [assi]

[ida] vs. [adi] [ifa] vs. [afi]

[iga] vs. [agi] [iza] vs. [azi]

[ipa] vs. [api] [iʒa] vs. [aʒi]

[ita] vs. [ati]

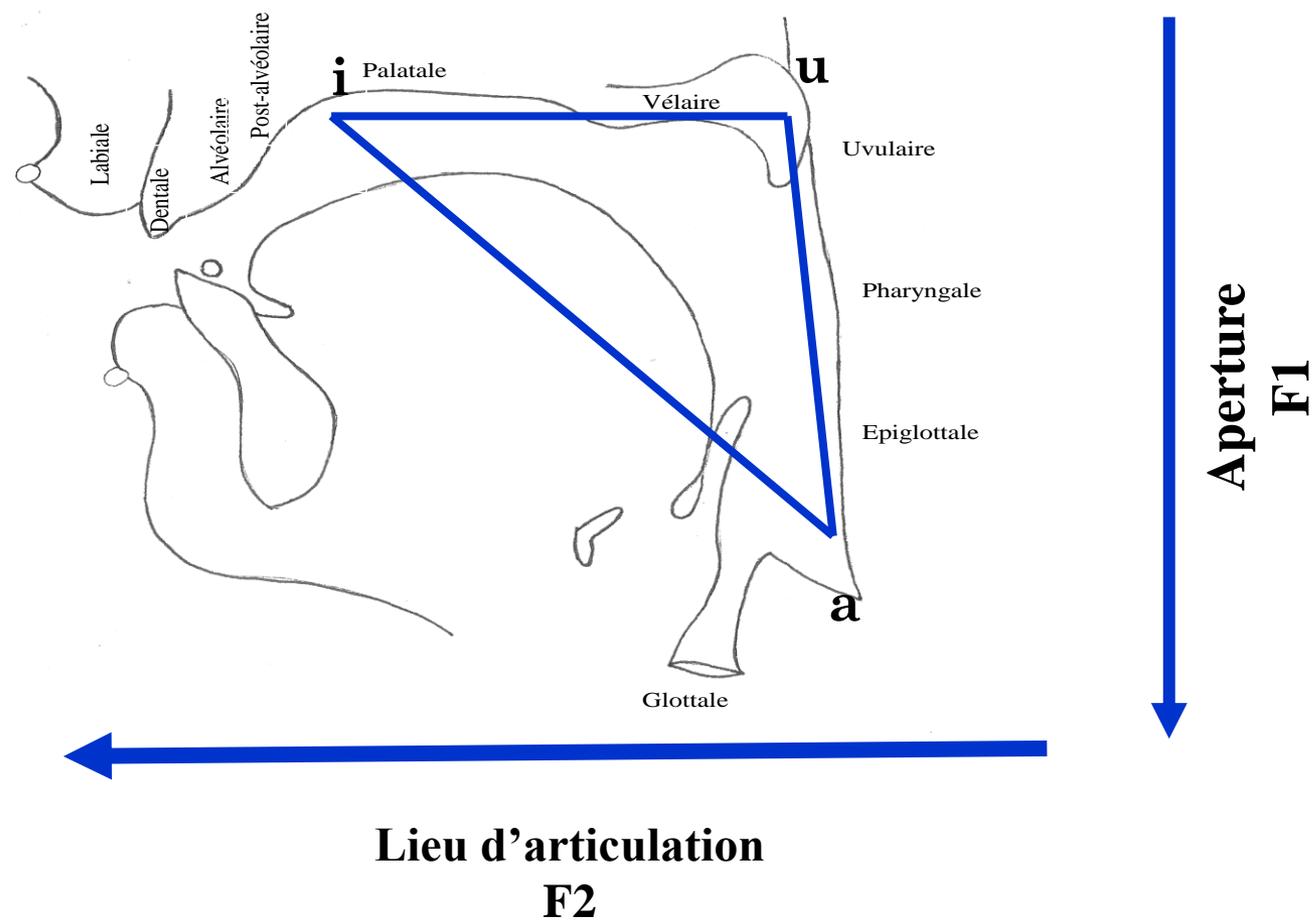
[ika] vs. [aki]

**Entre 5 à 10 répétitions**

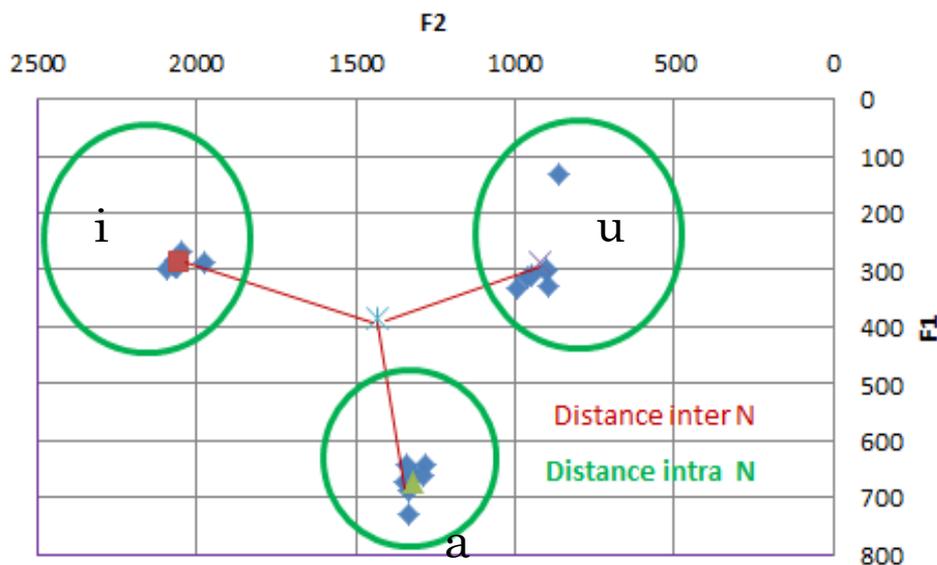
# MESURES (1)

Mesures relatives aux voyelles tenues :

- Les formants (F1 / F2)
- L'aire des triangles vocaliques (formule de Héron)
- L'indice Phi (Huet & Harmegnies, 2000)



# REPRÉSENTATION DES ÉLÉMENTS DÉFINISSANT L'INDICE (PHI)



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

$$SCE_{inter} = \sum_{k=1}^c [N_k \times d_{inter}^2(k)]$$

$$L_{intra} = N - c$$

$$L_{inter} = c - 1$$

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

$$d_{intra}(j) = \left[ (F_1(j) - F_1(k))^2 + (F_2(j) - F_2(k))^2 \right]^{1/2}$$

$$d_{inter}(j) = \left[ (F_1(k) - F_1)^2 + (F_2(k) - F_2)^2 \right]^{1/2}$$

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

$$\gg \gg \gg CM_{inter} = \frac{SCE_{inter}}{L_{inter}}$$

k: nuages  
j: voyelles

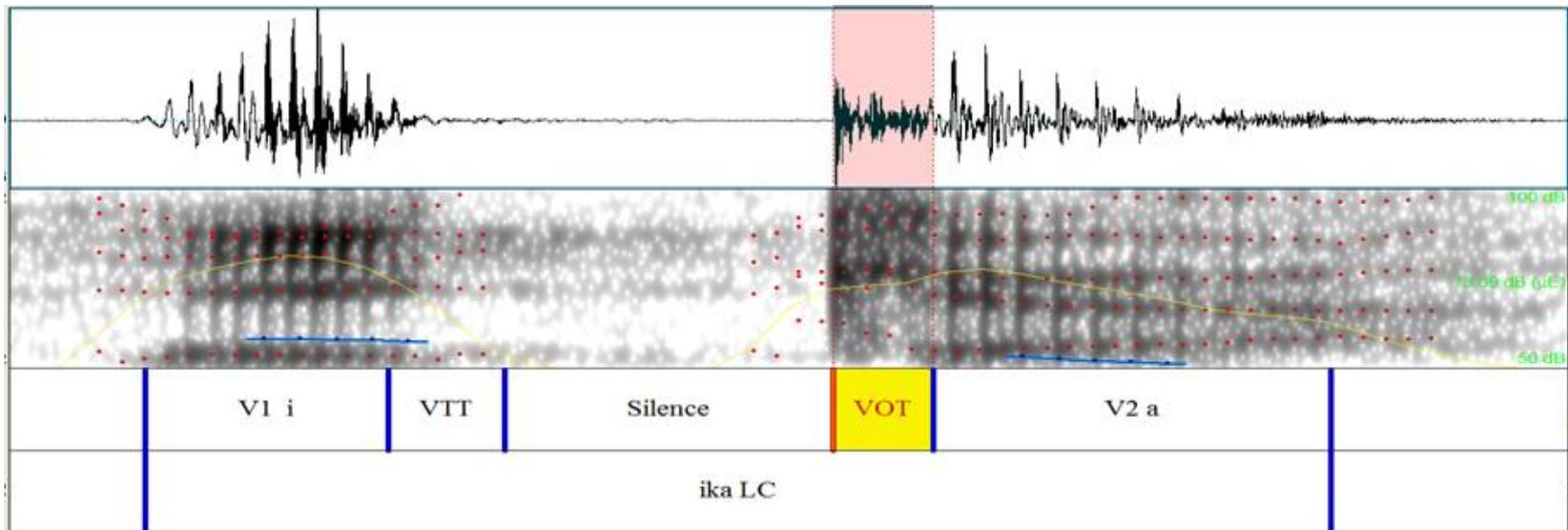
Indice Phi (Huet & Harmegnies, 2000)

# MESURES (2)

## Sur les logatomes :

Durée de :

- V1 et V2
- Le VTT Agnello (1975)
- Le silence acoustique
- L'occlusion
- Le VOT Klatt (1975)



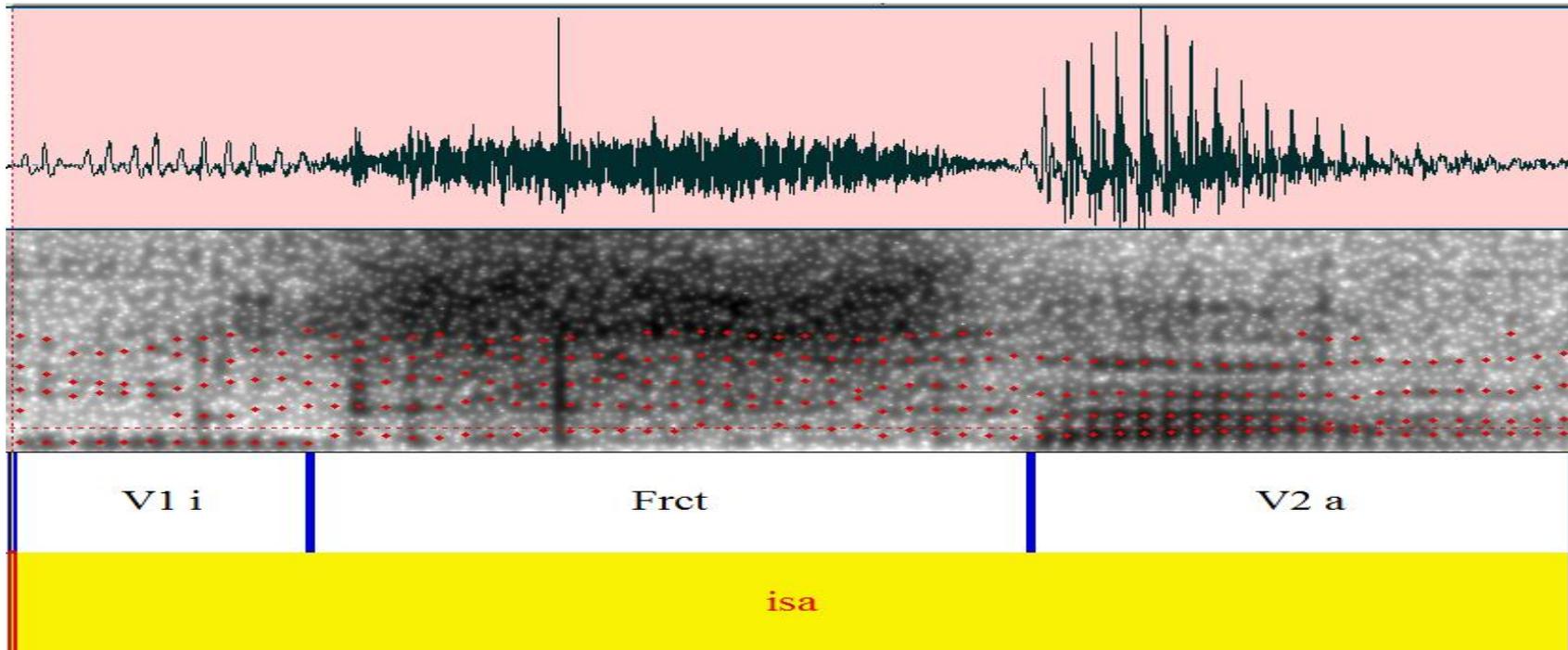
# MESURES (3)

Le Centre de Gravité spectral (COG)

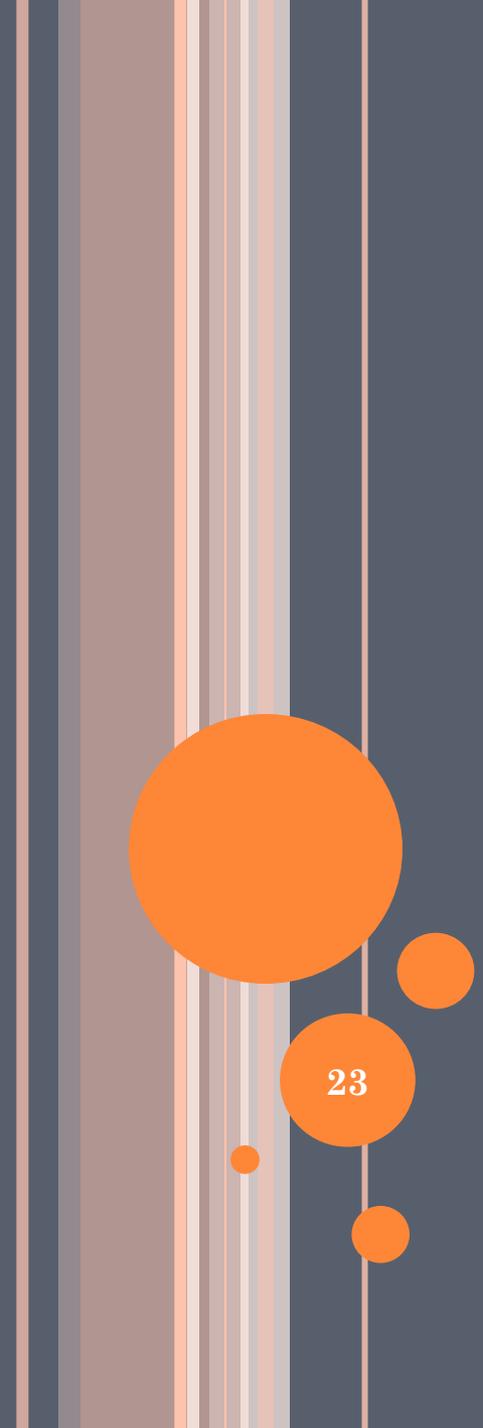
La mesure consonantique (MC)

$$MC (Hz) = COG [s] - COG [j] * \frac{(COG [s] + COG [j])}{2}$$

$$MC (Hz) = COG [z] - COG [ʒ] * \frac{(COG [z] + COG [ʒ])}{2}$$



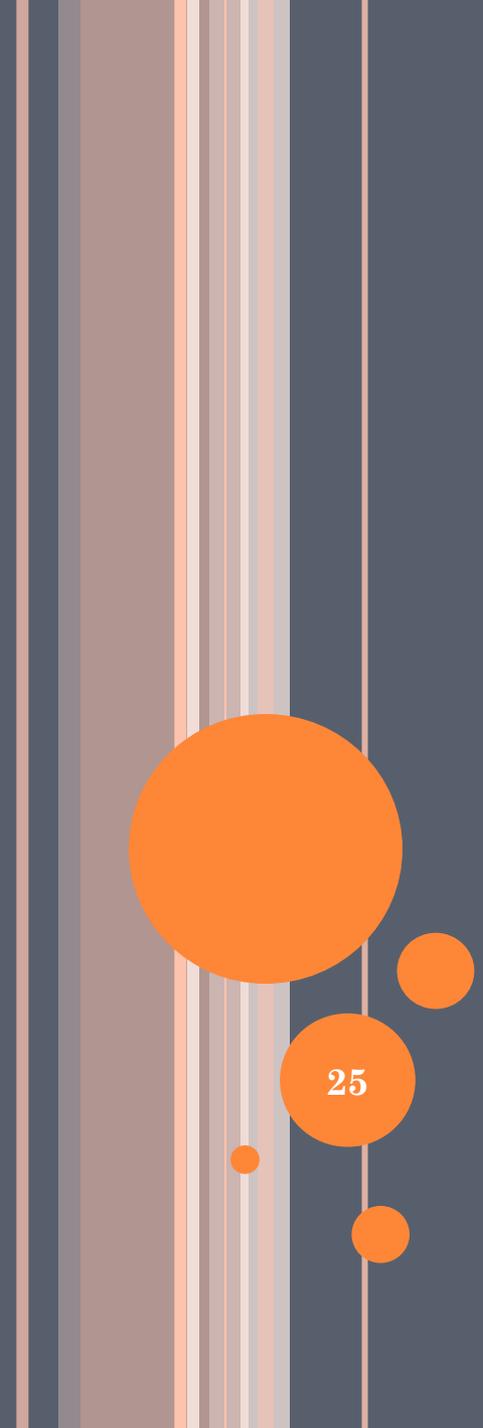
# RÉSULTATS



23

# ÉTUDES

- 1) Étude acoustique de voyelles tenues
- 2) Étude spatio-temporelle des productions de type VCV
- 3) Étude du contraste entre les constrictives

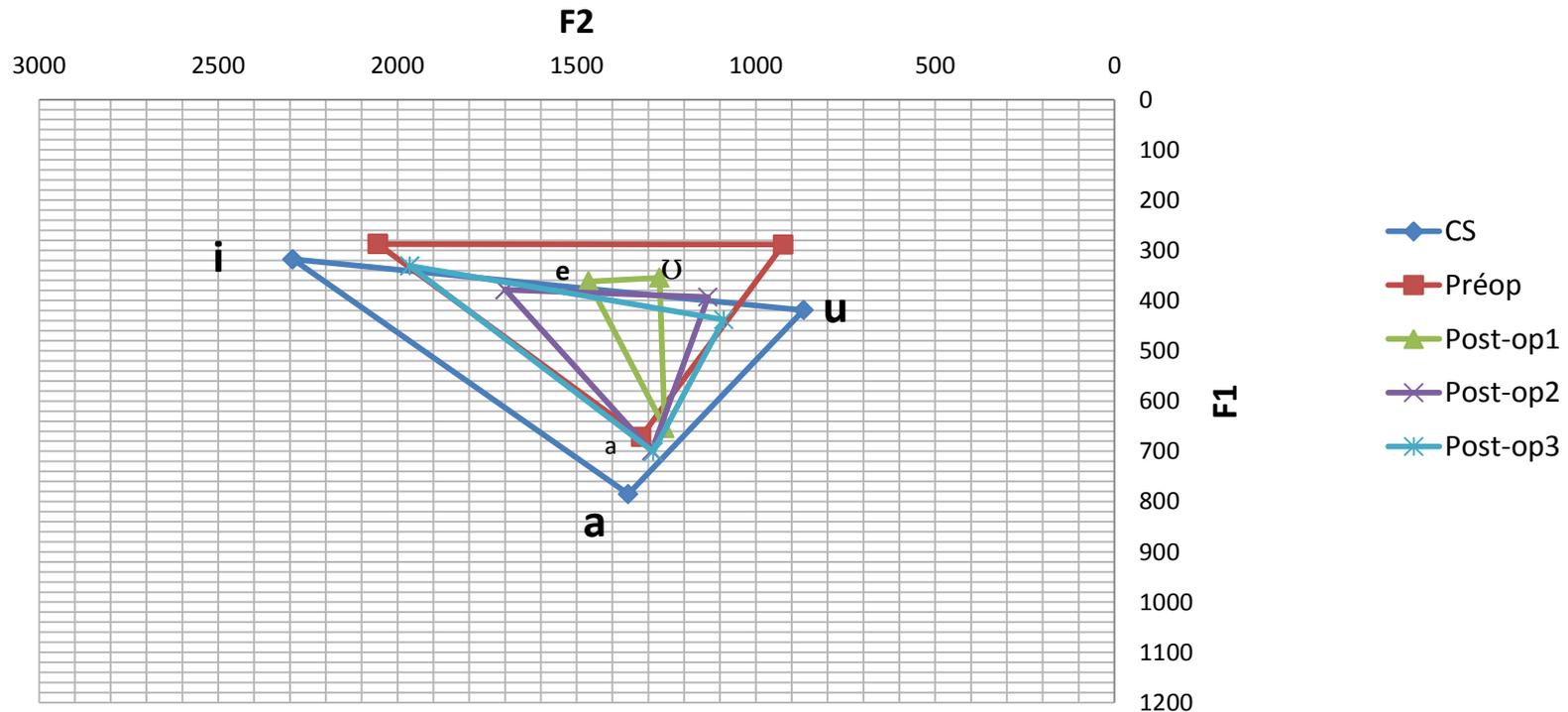


25

# ÉTUDE ACOUSTIQUE DE VOYELLES TENUES PRODUITES PAR DES PATIENTS GLOSSECTOMISÉS

# RÉSULTAT 1 : PATIENT AYANT SUBI UNE PELVI-GLOSSECTOMIE TOTALE+ RECONSTRUCTION

Valeurs formantiques de F1/F2 des voyelles tenues [i,a,u] après une pelvi-glossectomie totale + reconstruction



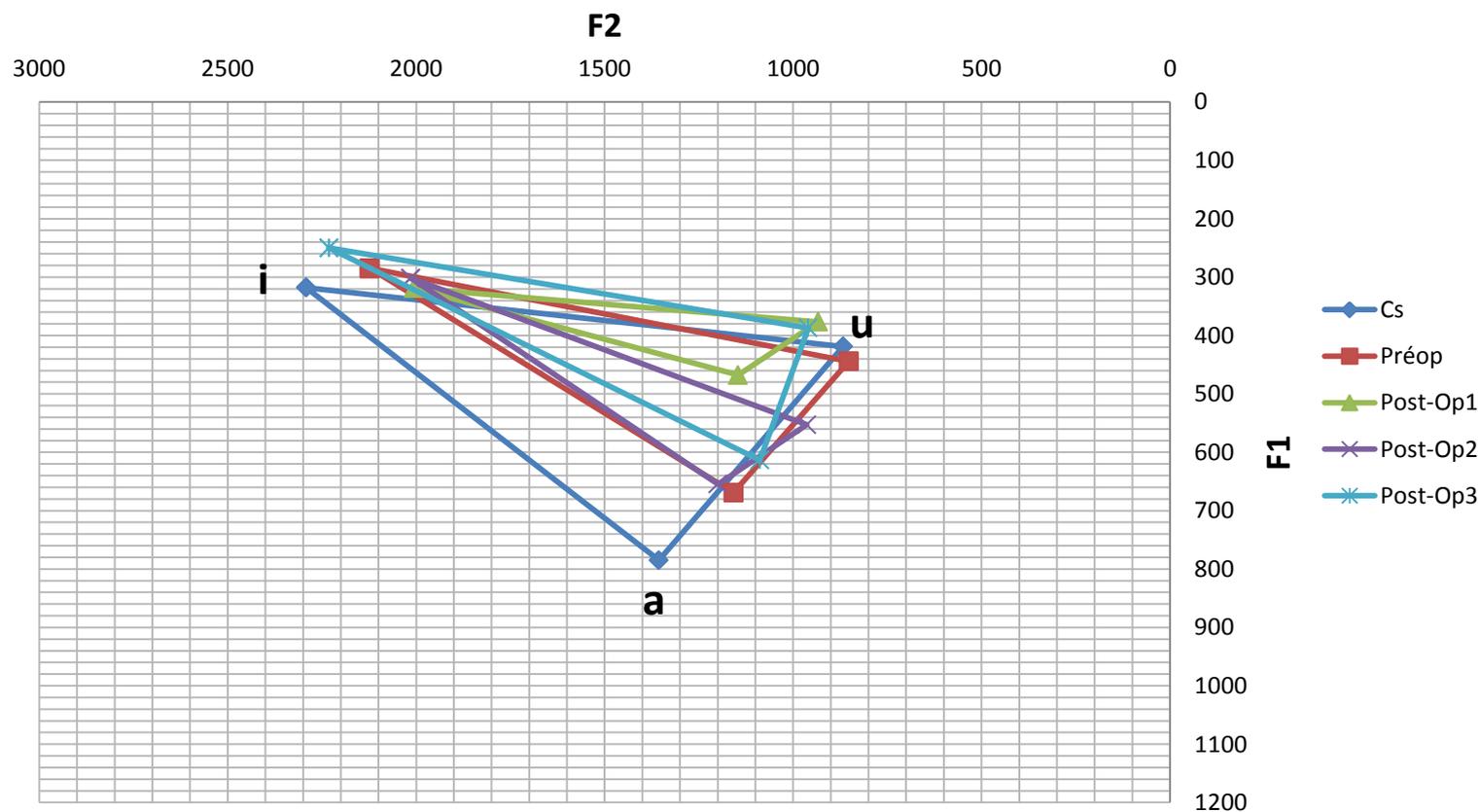
Différences:

Préop- Post-Op1 ( $p < 0,0001$ )

Préop- Post-Op2 ( $p < 0,05$ )

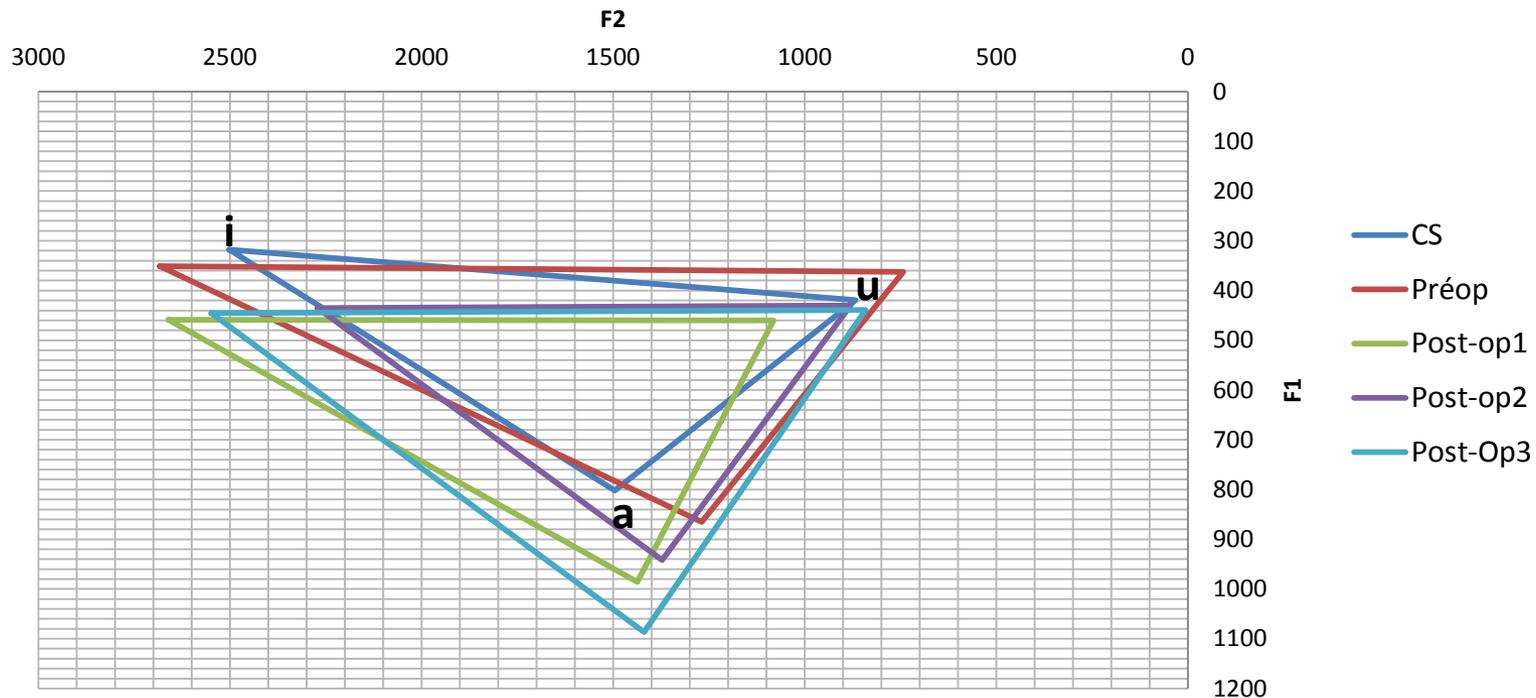
# RÉSULTAT 2 : PATIENT AYANT SUBI UNE PELVI-GLOSSO-MANDIBULECTOMIE + RECONSTRUCTION

Valeurs formantiques de F1/F2 des voyelles tenues [i,a,u] après une pelvi-glossomandibulectomie + reconstruction



# RÉSULTAT 3 : PATIENT AYANT SUBI UNE PELVI-GLOSSECTOMIE PARTIELLE

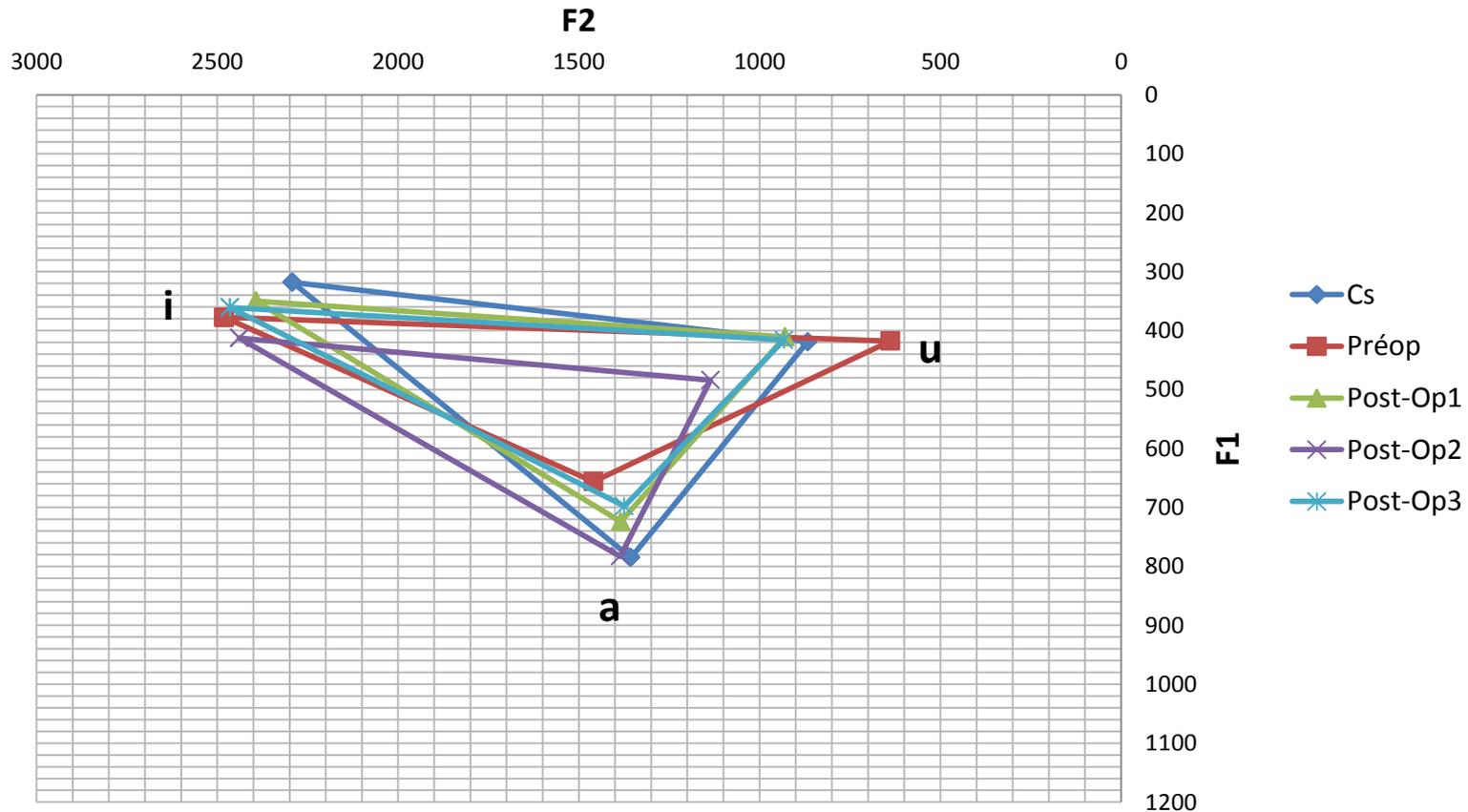
Valeurs formantiques de F1/F2 des voyelles tenues [i,a,u] après une pelvi-glossectomie



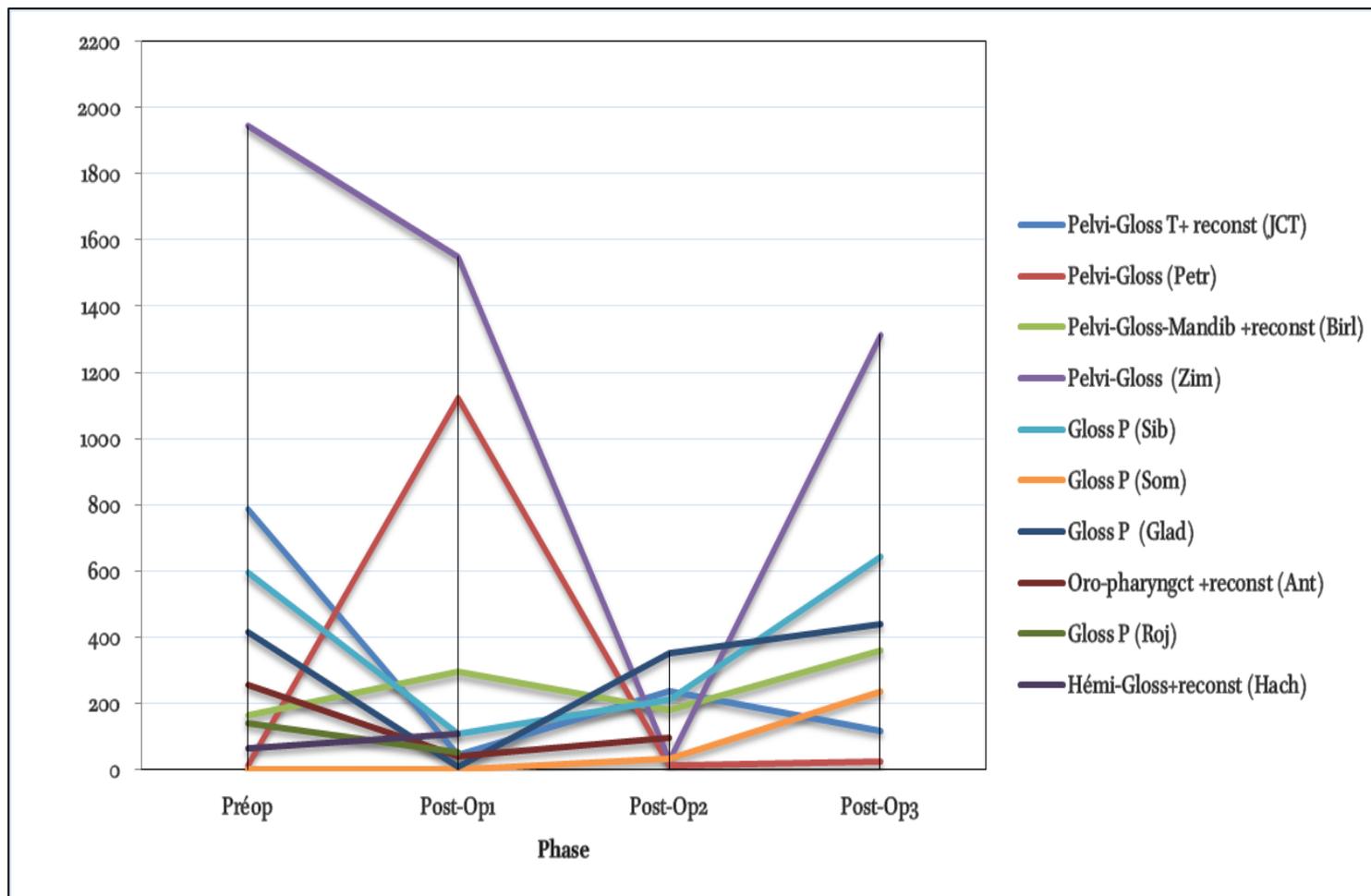
Préop- Post-Op2 ( $p < 0,05$ )

# RÉSULTAT 4 : PATIENT AYANT SUBI UNE GLOSSECTOMIE PARTIELLE

Valeurs formantiques de F1/F2 des voyelles tenues [i,a,u] après une glossectomie partielle G

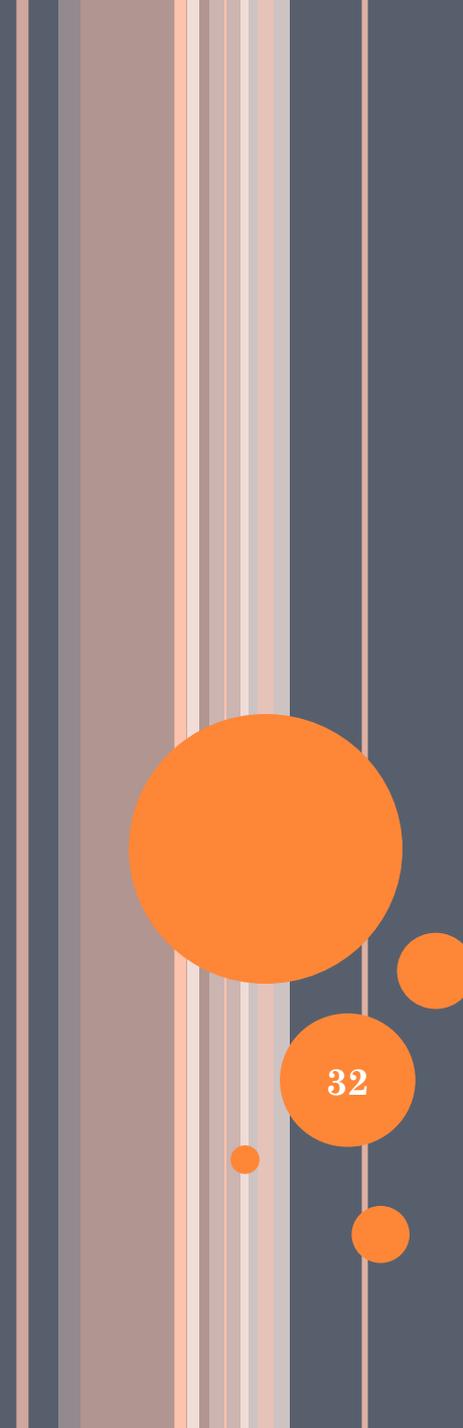


# RÉSULTATS DE MESURES DE L'INDICE PHI



# SYNTHÈSE ÉTUDE 1

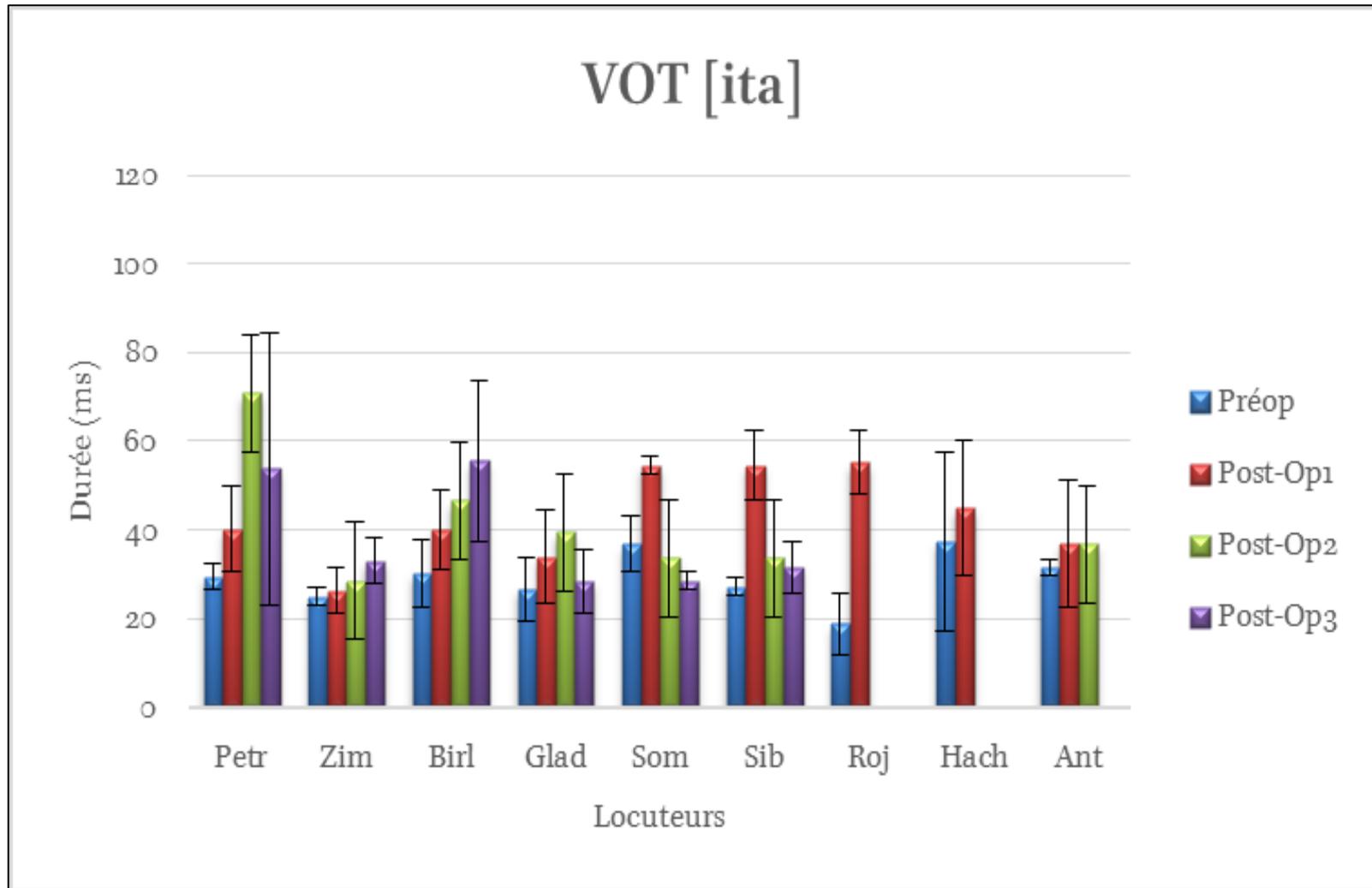
- F1 et / ou F2 subissent de légères ou d'importantes modifications pour les voyelles [i] et [u], en phases d'enregistrements postopératoires 1 et 2
- Ces tendances affecteraient proportionnellement les tailles de l'espace vocalique maximal
- L'aire de l'espace vocalique moyen est significativement réduite pour les patients JCT, GLAD, ANT et ROJ entre les phases d'enregistrements Préop et Post-Op1, et JCT et PETR entre le Préop et le Post-Op2
- Retour aux valeurs initialement relevées avant de retrouver des valeurs attendues en postopératoire 3



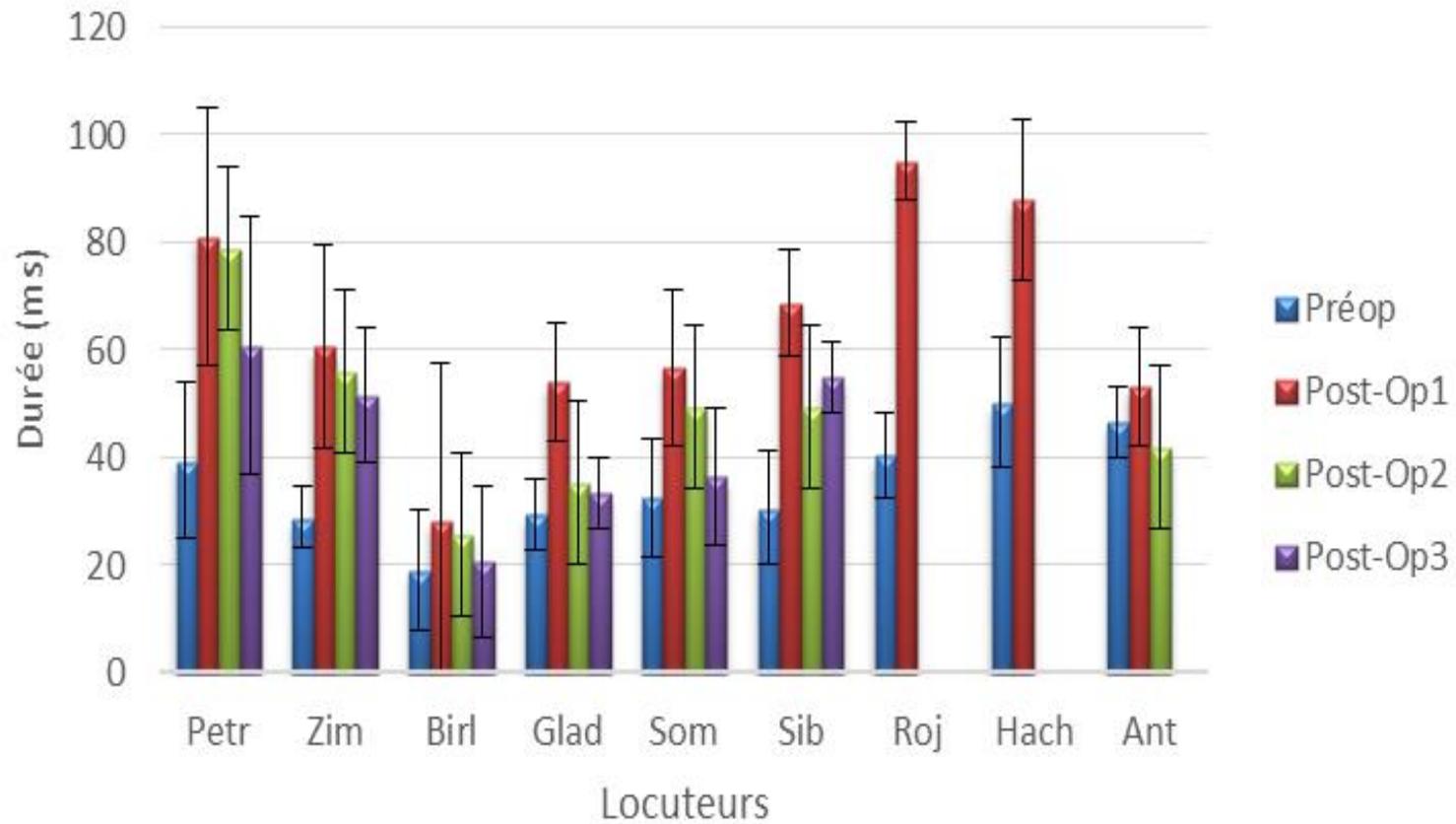
32

# ÉTUDE SPATIO-TEMPORELLE DE LA PAROLE CHEZ DES PATIENTS GLOSSECTOMISÉS

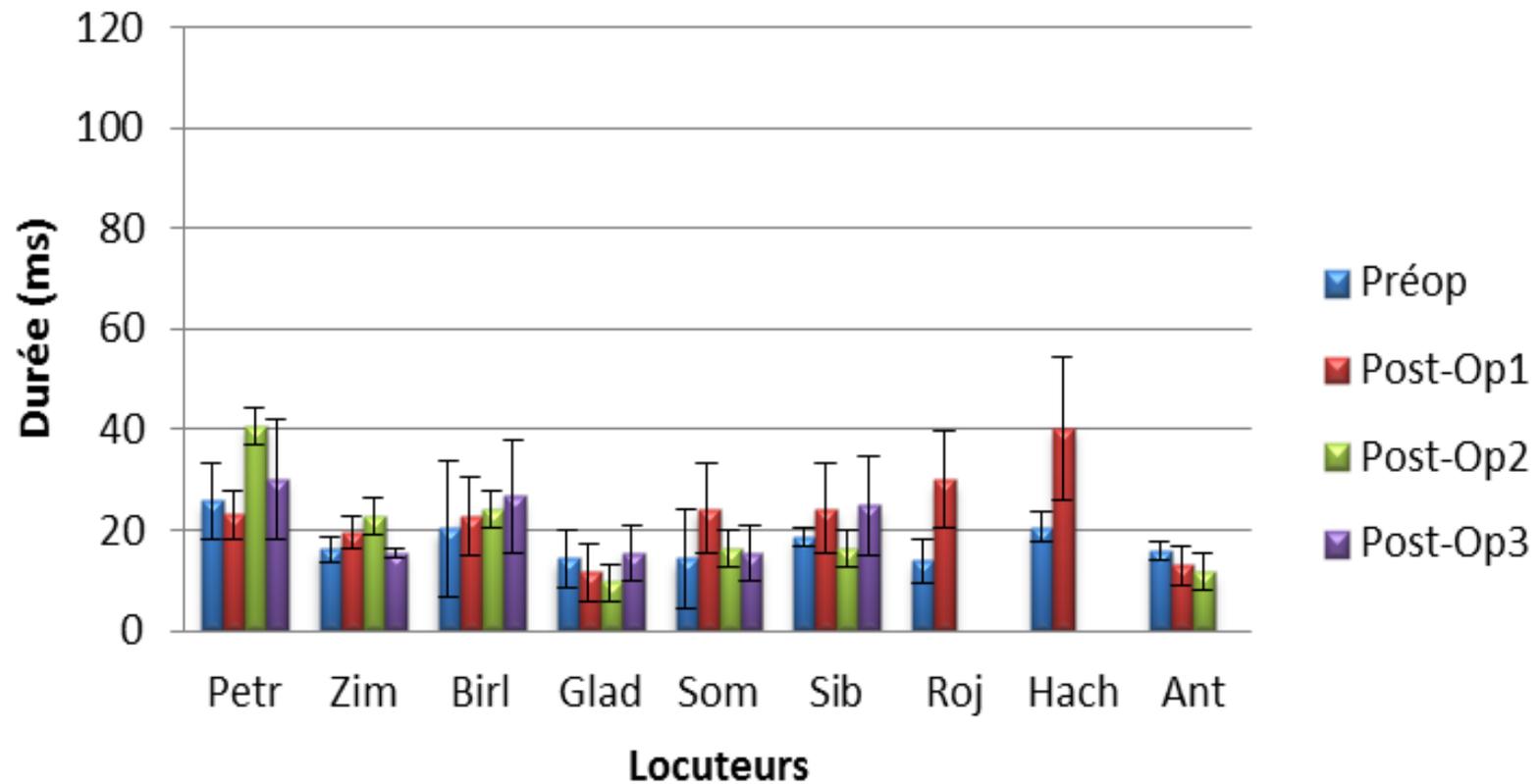
# DURÉE DU VOT



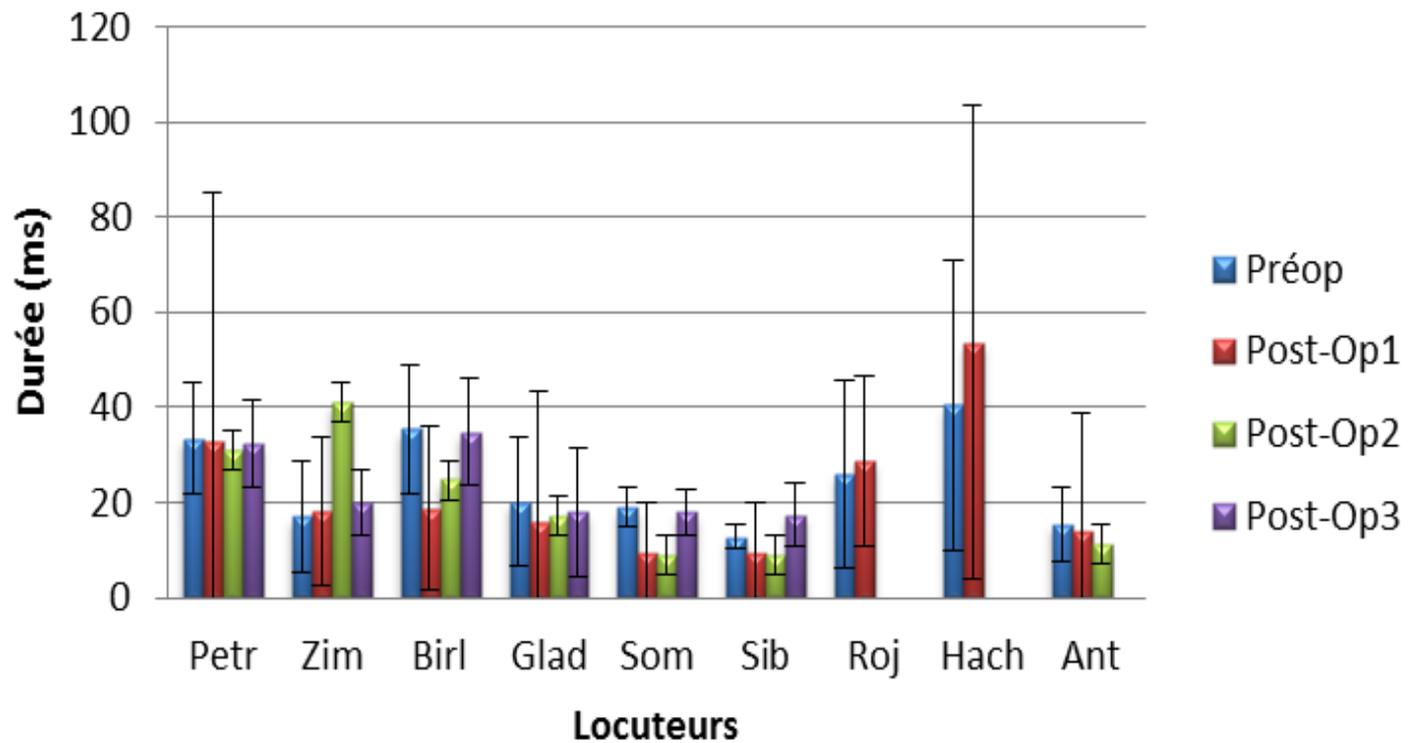
## VOT [ati]



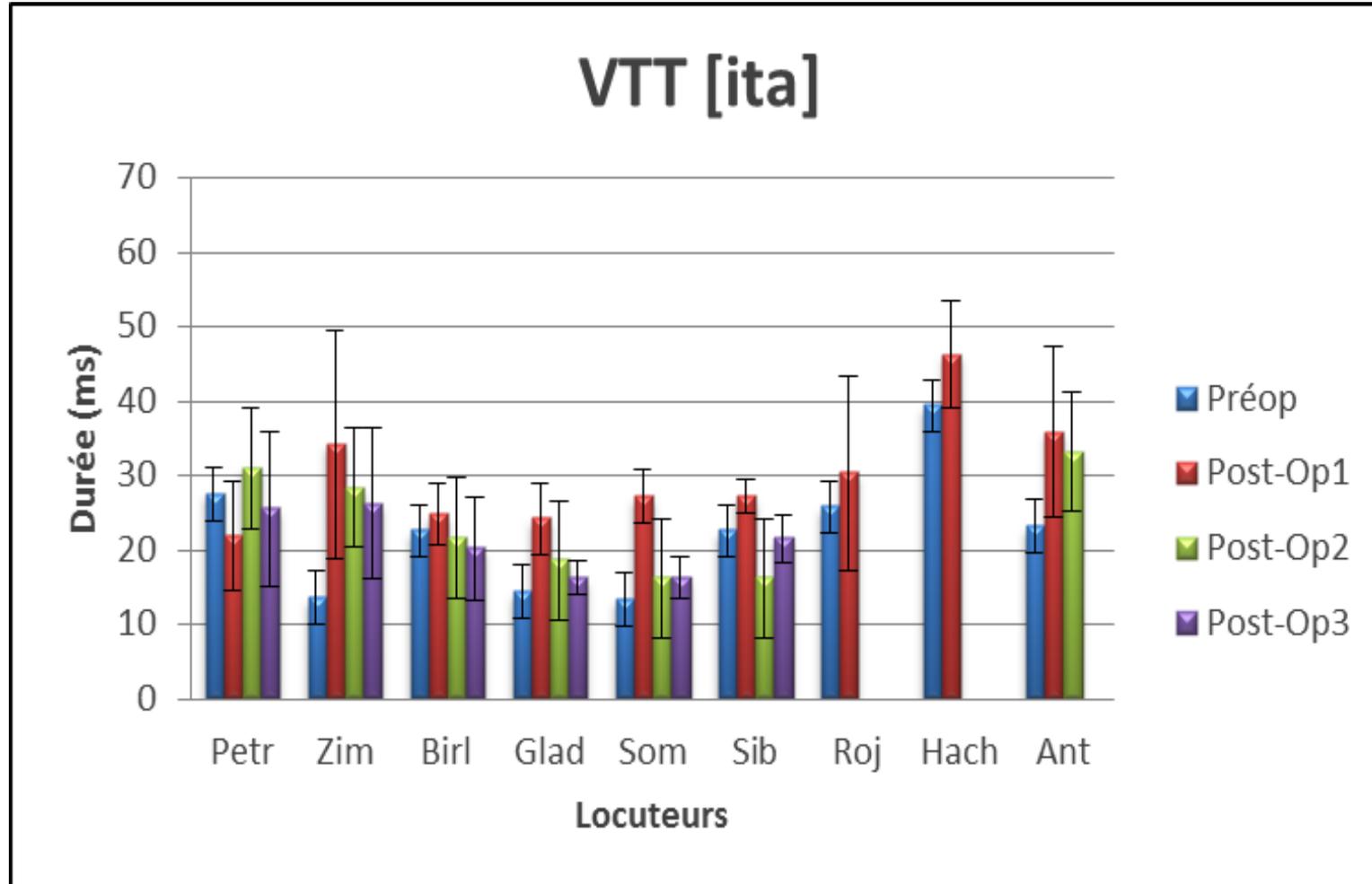
# VOT [ida]



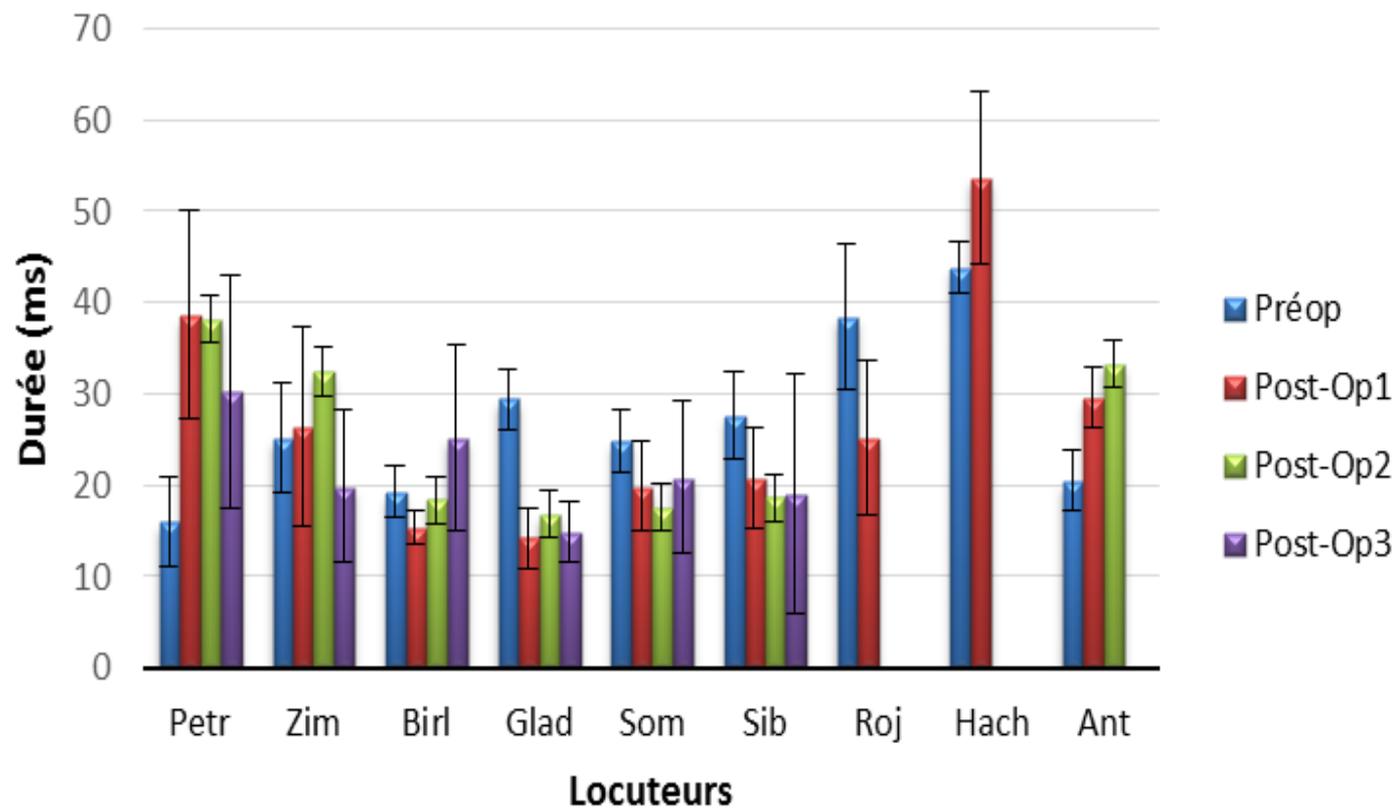
## VOT [adi]



# DURÉE DU VTT

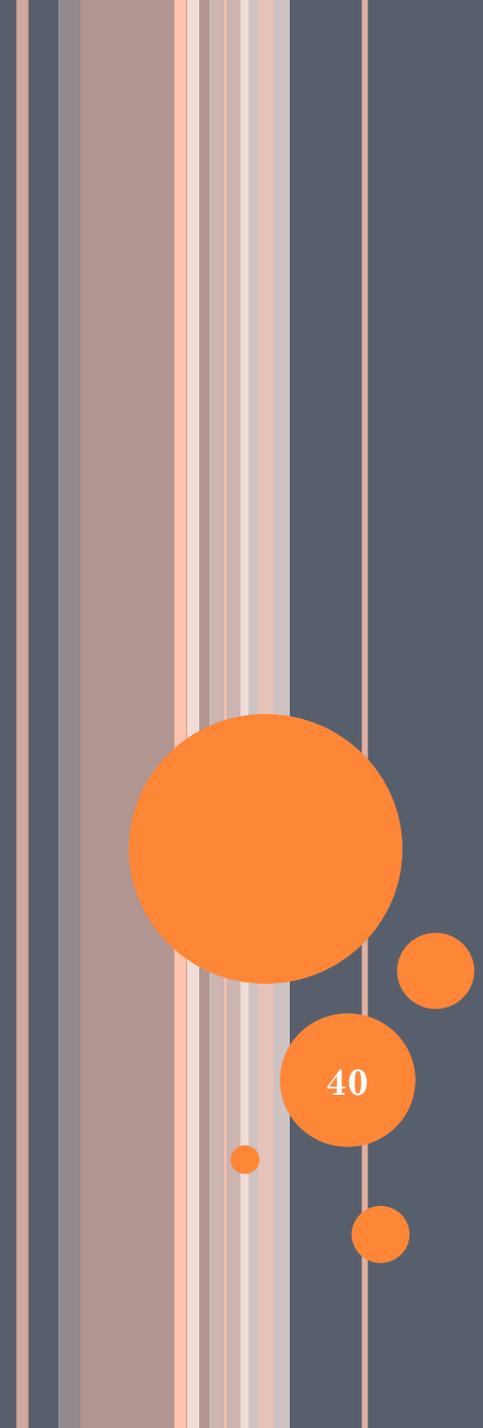


## VTT [ati]



# SYNTHÈSE ÉTUDE 2

- Allongement des durées inter- et intra-segmentales en post-opératoire
- Modification significative de la durée VOT, en Post-Op 1 par rapport au Préop pour les occlusive non- voisées par rapport au VOT de leurs homologues voisées
- Réduction des durées inter et intra segmentales des occlusives dès le Post-Op2 pour certains patients (glossectomies partielles), et à partir du Post-Op3 d'autres (pelvi-glossectomies)
- Variabilité inter- et intra- locuteur plus importante en post-opératoire



40

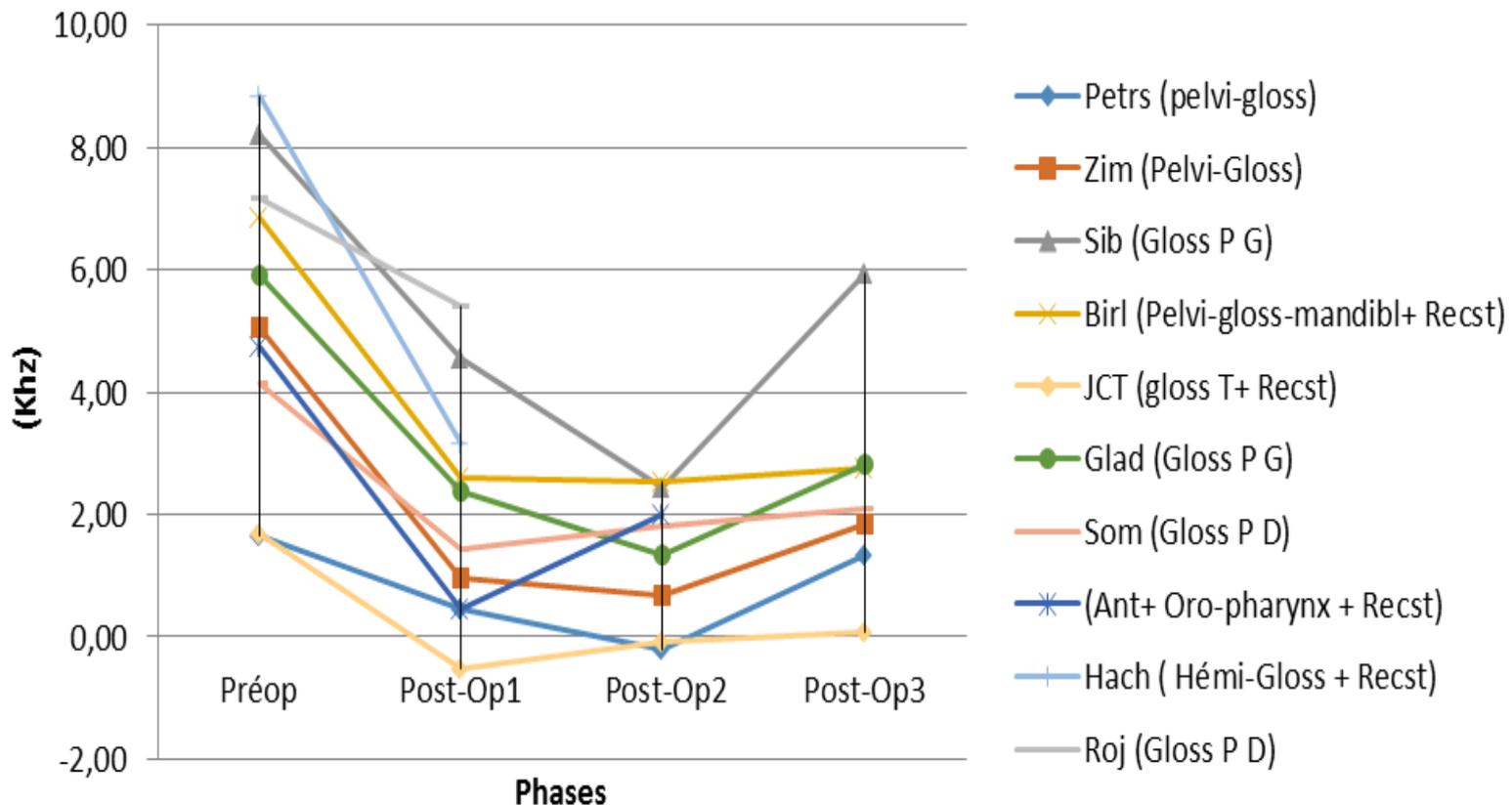
## ÉTUDE DU CONTRASTE ENTRE LES CONSTRUCTIVES [S] ET [ʃ], [Z] ET [ʒ]

# COG

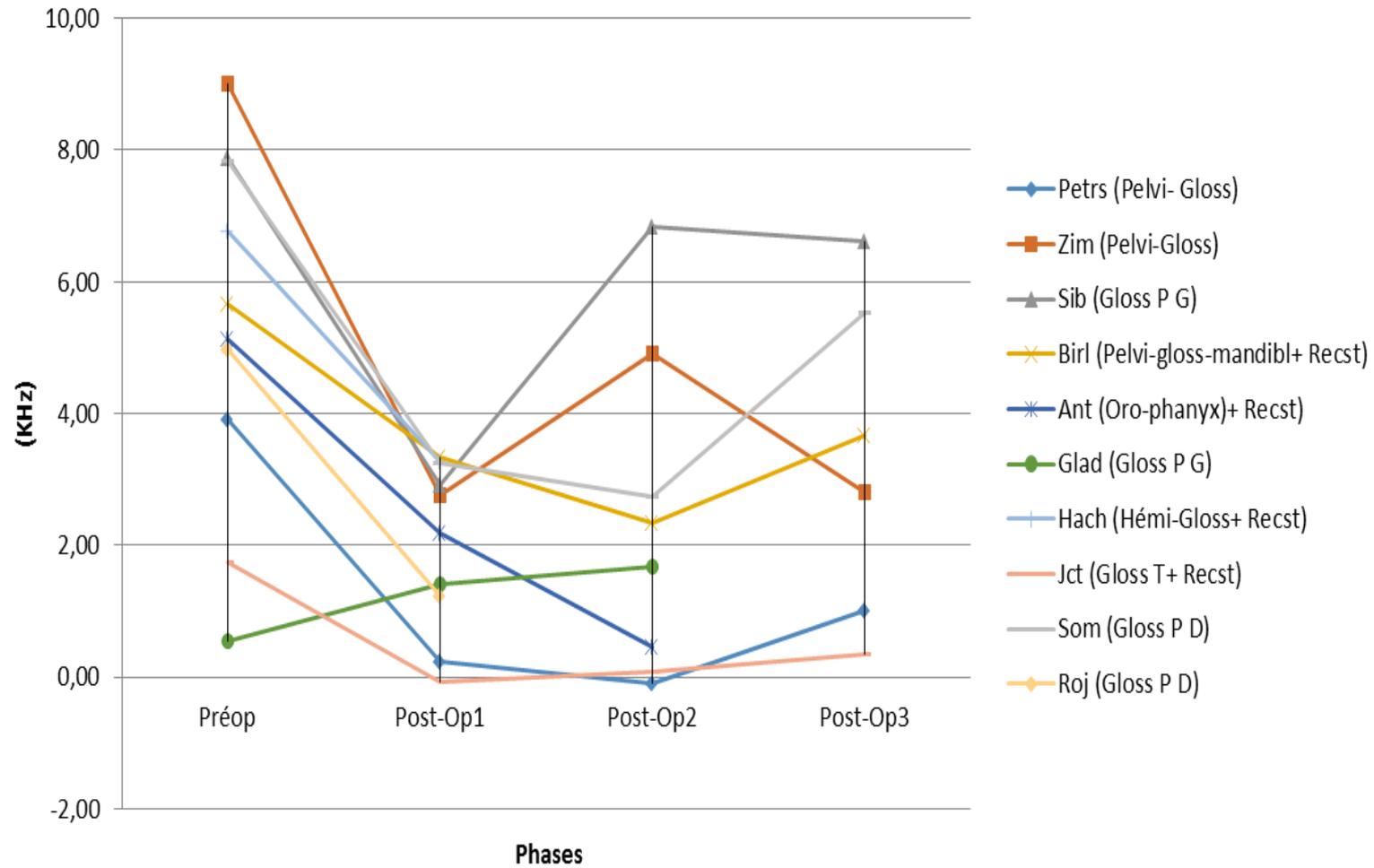
		Moyenne COG							
Constrictives		s		ʃ		z		ʒ	
Patient	Phases	context [i-a]	context [a-i]						
Petr	preop	4,354	5,4	3,52	3,67	2,73	4,16	2,06	3,08
Petr	postop1	3,28	3,16	2,99	3,01	1,16	1,9	1,04	0,97
Petr	postop2	3,24	2,89	3,37	2,96	1,63	1,6	1,78	1,14
Petr	postop3	3,56	3,41	2,71	2,76	2,89	1,84	2,53	1,23
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

# MESURE CONSONANTIQUE MC

## Mesure consonantique [i-a]



## Mesure consonantique [a-i]

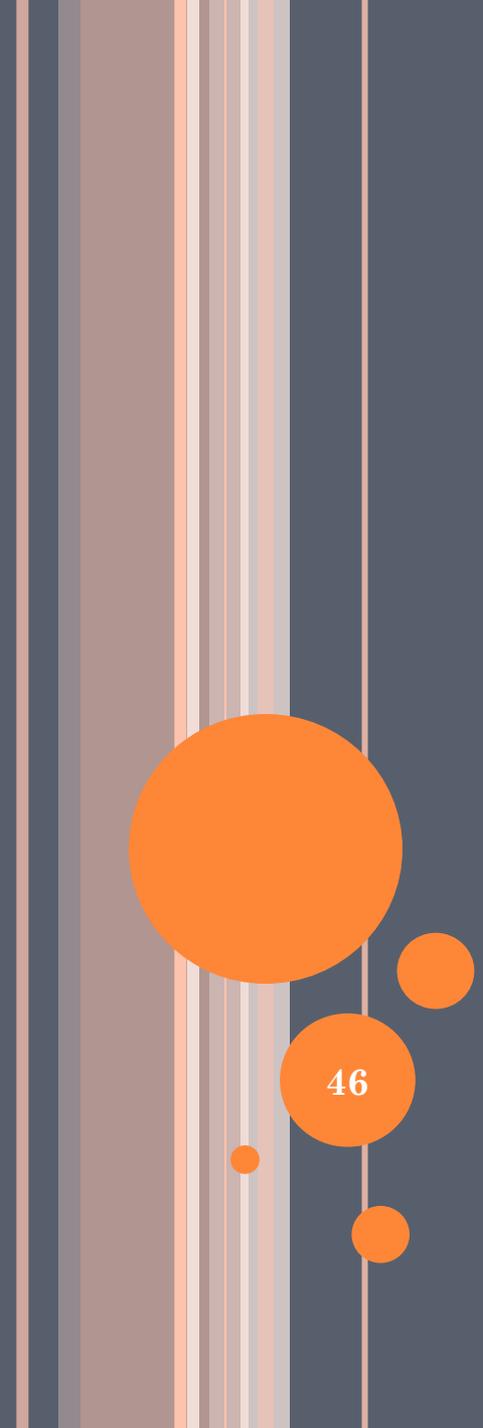


# SYNTHÈSE ÉTUDE 3

- Les résultats de l'analyse ANOVA à mesure répétées se sont révélés significatifs pour la variable COG et MC
- Seul le facteur phase d'enregistrement « temps » avait un effet significatif, et cela uniquement pour le COG des constrictives [s] et [z]
- 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.

# SYNTHÈSE GÉNÉRALE

- Difficultés dans le domaine de l'étude de la parole pathologique : nombre de patients, 3 établissements hospitaliers avec des techniques différentes
- Perturbations et réajustements : changements conservateurs et innovateurs
- Nous avons constaté une multitude de trajectoires articulatoires et de solutions acoustiques pour atteindre une même cible perceptive
  - La « cible » peut être définie comme un espace de contrôle pour la réalisation de possibles articulatoires et acoustiques perceptivement acceptables : la Viabilité

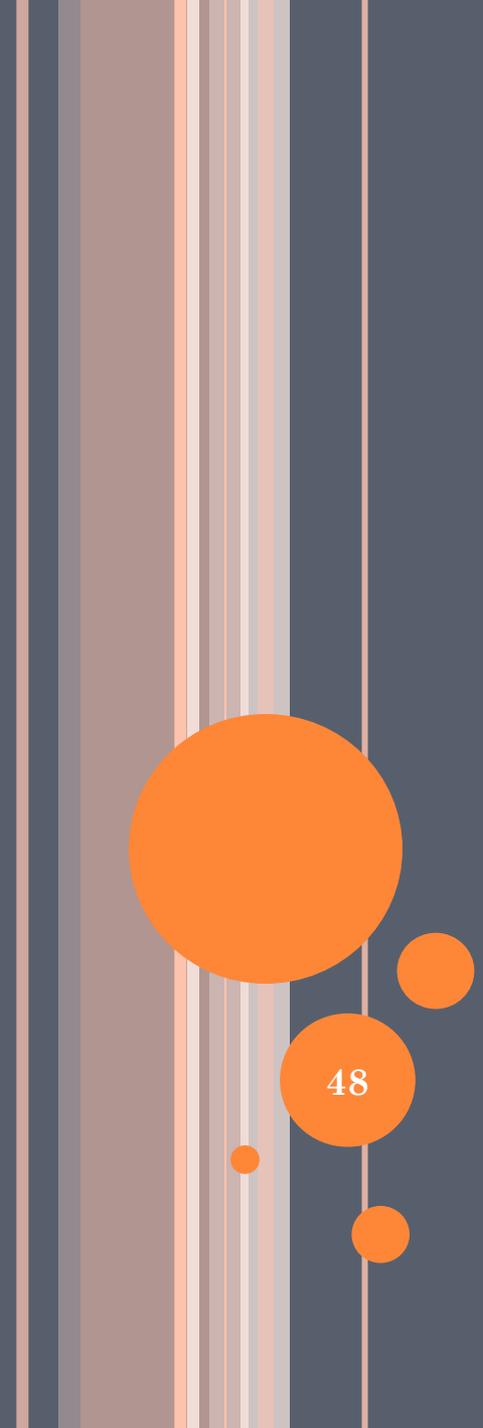


# LIMITES ET PERSPECTIVES

46

# LIMITES ET PERSPECTIVES

- Difficulté de recueil des données : augmenter le nombre de patients : « homogènes »
- Multiplicité des localisations des tumeurs, des stades tumoraux, ainsi que les traitements complémentaires reçus
- Explorer d'autres données
- Tests de perception (en cours)

The left side of the slide features a vertical stack of thin, semi-transparent stripes in shades of brown, tan, and grey. To the right of these stripes are several orange circles of varying sizes, arranged in a descending, staggered pattern. The largest circle is at the top left, with smaller ones below and to its right.

**MERCI DE VOTRE ATTENTION !**

48

# RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Buchaillard, S. Activations musculaires et mouvements linguaux : modélisation en parole naturelle et pathologique. Thèse de Doctorat, Université Joseph-Fourier Grenoble I, 2007.
- BRESSMANN T. ET AL. (2002). QUANTITATIVE ASPECTS OF GLOSSECTOMY SPEECH PRODUCTION. IN WINDSOR F. , KELLY L. , HEWLETT N. (2002). INVESTIGATION IN CLINICAL PHONETICS AND LINGUISTICS. EDITIONS LAWRENCE ERLBAUM ASSOCIATES.
- CALMET-CALMET-SMADJA M. (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. MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU CERTIFICAT DE CAPACITÉ D'ORTHOPHONIE. PARIS VI.
- CHUANJUN C., ZHIYUAN Z., SHAOPU G. ET AL. (2002). SPEECH AFTER PARTIAL GLOSSECTOMY : A COMPARISON BETWEEN RECONSTRUCTION AND NONRECONSTRUCTION PATIENTS. JOURNAL OF ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY, 60(4), 404-407.
- Diz Dios P., Fernandez Feijoo J., Castro Ferreiro M. et al. (1994). Functional Consequences of Partial Glossectomy. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 52(1), 12-14.
- Heller, K. S., Levy, J., & Sciubba, J. J. Speech patterns following partial glossectomy for small tumors of the tongue. Head Neck 13, 4 (1991), 340–343.
- Gaitenby, J. (1965). The elastic word. Speech Research, 2, 1-12. Hartl, D.
- Klatt, D., 1975. Voice Onset Time, Frication, and Aspiration in Word-Initial Consonant Clusters. J Speech Hear Res 18, 686–706.
- Savariaux, C., Vilain, C., Baciou, M., Abry, C., Perrier, P., Lebeau, J., & Segebarth, C. (2008) In La cognition réparée ? Perturbations et récupérations des fonctions cognitives, R. Jouvent & G. Capouthier, Eds., Editions de la Maison des Sciences de l'Homme. Réorganisation du conduit vocal et réorganisation corticale de la parole : de la perturbation aux lèvres à la glossectomie. Etudes acoustiques et IRMf., pp. 5–21.
- Stone M, Liu X, Shinagawa H, et al. (2008). Speech patterns in a muscular hydrostat: muscle movement in a glossectomy flap patient. Proceedings of the Fourth B-J-K Symposium on Biomechanics, Healthcare and Information Science.
- Sun J., Weng Y., Li J. et al. (2007). Analysis of determinants on speech function after glossectomy. J Oral Maxillofac Surg., 65(10), 1944-1950.
- Pauloski B.R., Logemann J.A., Rademaker A.W. et al. (1993). Speech and swallowing function after anterior tongue and floor of mouth resection with distal flap reconstruction. Journal of Speech and Hearing Research, 36(2), 267-276.
- Rinkel, R. N., Verdonck-De Leeuw, I. M., Van Reij, E. J., Aaronson, N. K., & Leemans, C. R. Speech handicap index in patients with oral & pharyngeal cancer: better understanding of patients complaints. Head Neck 30, 7 (2008), 868–874.
- Vaxelaire, B., 2007. Le geste et la production de la parole. Résultats et implications d'études cinéroradiographiques quantitatives. (HDR)
- Zhao Y.F. et Zhang W.F., Ji-Hong Z. (2001). Reconstruction of intraoral defects after cancer surgery using cervical pedicle flaps. Journal Oral Maxillofacial Surgery, 59, 1142-1146.