



Université Sorbonne Nouvelle – CNRS
École Doctorale 622 - Sciences du Langage
UMR7018 / Laboratoire de Phonétique et Phonologie

Sorbonne
Nouvelle
université des cultures



RESUME SUBSTANTIEL

Intitulé de la thèse :

**Secondary articulations in Tashlhiyt:
Articulation and acoustics of labialization and
pharyngealization**

Par :

Philipp Manuel Buech

Sous la direction de :

Rachid Ridouane et Anne Hermes

Articulations secondaires en tachelhit :

Articulation et acoustique de la labialisation et de la pharyngalisation

1. Introduction

Les articulations secondaires sont des constrictions d'un degré moindre superposées à une autre constriction primaire plus forte (Trask 1996). Le tachelhit, une variété de l'amazigh parlée au Maroc, fait partie des rares langues qui possèdent deux articulations secondaires contrastives. Il s'agit de la labialisation dans l'ensemble des dorsales (par exemple, /k, g, q/ qui s'opposent à /k^w, g^w, q^w/) et de la pharyngalisation dans l'ensemble des coronales (par exemple, /t, d, z/ qui s'opposent à /t^ɕ, d^ɕ, z^ɕ/). Leur distribution dans les langues et leur état d'exploration sont asymétriques. La labialisation est l'articulation secondaire la plus courante dans les langues du monde (Ladefoged et Maddieson 1996), mais les recherches sur sa phonétique sont rares (Stonham et Kim 2008). En revanche, la pharyngalisation est l'une des articulations secondaires les moins courantes, mais sa phonétique est bien étudiée, en particulier en arabe (par exemple, Al-Tamimi 2017 ; Jongman et al. 2011 ; Ghazeli 1977 ; Ali et Daniloff 1972 ; Hermes 2018 ; Alwabari 2020 ; Embarki et al. 2011 ; Zeroual, Esling et Hoole 2011).

L'implémentation phonétique des articulations secondaires en tachelhit n'a pas encore fait l'objet d'une étude approfondie (Ridouane 2016). L'objectif principal de cette thèse est de combler cette lacune en fournissant une analyse complète des attributs articulatoires et acoustiques de la labialisation et de la pharyngalisation en tachelhit. En complément, les effets et la portée de ces deux articulations secondaires seront modélisés dans le cadre d'une approche en termes de traits et une approche gestuelle. Le tachelhit est remarquable pour sa forte utilisation de séquences consonantiques, où des consonnes avec des articulations secondaires peuvent également apparaître, par exemple, /q^w/ dans /alq^wnajn/ 'lapin' (Bensoukas 2014, 16) ou /d/ dans /id^ɕgam/ 'hier' (El Mountassir 1999 : 97). Étant donné que les articulations secondaires sont principalement signalées dans des environnements vocaliques (Trask 1996), la question se pose de savoir comment ces articulations secondaires se manifestent phonétiquement lorsque l'environnement du segment est partiellement ou entièrement occupé par des consonnes.

La thèse est structurée autour de 7 chapitres. Le 1^{er} chapitre fournit une introduction de la thèse, posant les bases qui motivent le choix de ce sujet. Le chapitre 2 présente le contexte théorique de cette thèse. Il commence par un aperçu concis de la phonétique et de la phonologie, introduisant le concept de segment comme unité descriptive fondamentale. Ensuite, il y a une brève explication des lieux d'articulation et de leurs bases physiologiques. Sur cette base, la discussion s'oriente vers les consonnes à articulation multiple, en examinant en détail leur articulation et leurs propriétés acoustiques. Ensuite, une revue de la littérature sur la labialisation et la pharyngalisation est présentée, suivie d'un aperçu du tachelhit et de ses articulations secondaires. Enfin, le chapitre se termine par un aperçu des principales questions de recherche abordées dans cette thèse. Le chapitre 3 traite des articulations secondaires dans les langues du monde en général et en tachelhit en particulier, et vise à donner un aperçu de leurs distributions dans différents inventaires de phonèmes. Cette vue d'ensemble repose sur une analyse de la base de données Phoible (Moran et McCloy 2019), qui contient les inventaires de phonèmes de 2 177 langues. La méthodologie, qui sera détaillée plus bas, est présentée dans le chapitre 4. Les chapitres 5 et 6 les études acoustiques et articulatoires portant sur la labialisation (chapitre 5) et la pharyngalisation (chapitre 6). L'étude articulatoire consiste en des données enregistrées auprès de six locuteurs utilisant l'articulographie électromagnétique (EMA). Ces données ont été enregistrées au Laboratoire de Phonétique et

Phonologie à Paris (UMR 7018). L'étude acoustique fournit des analyses des productions de 35 locuteurs, enregistrées lors d'un travail de terrain à Agadir. Dans chaque étude, deux types de données sont collectés. Le premier type est constitué de logatomes $V\underline{C}V$, incluant toutes les consonnes possibles - singletons et géminées - où la consonne est soit une dorsale unie ou labialisée, soit une coronale unie ou pharyngalisée. Ces logatomes ont servi de référence pour explorer les propriétés phonétiques générales des articulations secondaires. Le deuxième type de données comprend des mots contenant les dorsales /k, k^w, g, g^w/ et les coronales /d, d^s, z, z^s/ dans différents environnements sonores, y compris $V\underline{C}V$, $V\underline{C}C\underline{C}V$, $V\underline{C}C\underline{C}V$ et $V\underline{C}C\underline{C}C\underline{C}V$. Ces données ont été collectées pour explorer l'étendue des modifications articulatoires et acoustiques déclenchées par la pharyngalisation et la labialisation. Le chapitre 7 fournit une discussion des résultats et propose des modélisations des deux articulations secondaires en adoptant notamment le cadre de la phonologie articulatoire. Ce chapitre souligne aussi les limites de ce travail et propose des pistes de réflexion pour les travaux futurs.

2. Les articulations secondaires dans les langues du monde et en tachlhit

En explorant la distribution des articulations secondaires, le tachlhit se révèle être un sujet particulier en raison de son système consonantique unique, où les dorsales simples peuvent être labialisées et les coronales simples ont des contreparties pharyngalisées. Notre analyse vise à déterminer si une telle structure est une particularité typologique ou une caractéristique commune parmi les langues du monde, en examinant les inventaires phonémiques à l'échelle mondiale.

La typologie phonologique, bien que moins représentée par rapport à des domaines comme la morphologie et la syntaxe, offre des perspectives précieuses sur la diversité linguistique. La disponibilité des bases de données enrichies a ouvert la voie à l'analyse des distributions de phonèmes, des modèles sonores, des distributions aréales et des universaux. Ces bases de données permettent aux chercheurs de se pencher sur la fréquence et la modélisation des phonèmes à travers les langues, éclairant les distributions phonémiques translinguistiques. Cependant, l'utilisation de ces bases de données n'est pas sans défis. Les biais analytiques, la couverture des bases de données et les problèmes de représentation sont des préoccupations reconnues. Par exemple, certaines bases de données peuvent ne pas représenter avec précision certaines caractéristiques phonétiques comme les géminées, influençant ainsi l'analyse des distributions de phonèmes.

En reconnaissant ces limites, nous avons suggéré dans cette thèse de considérer les résultats comme des tendances ou des approximations plutôt que des conclusions définitives. L'enquête sur les articulations secondaires utilise la base de données PHOIBLE, qui englobe les inventaires phonémiques de plus de 2 000 langues. La labialisation, la palatalisation, la pharyngalisation et la vélarisation sont examinées en termes de fréquence et de distribution géographique. La labialisation se distingue comme l'articulation secondaire la plus courante, suivie par la palatalisation, la pharyngalisation et la vélarisation étant moins fréquentes. Comme le montrent la figure 1, la distribution géographique de ces articulations est inégale, la labialisation étant répandue en Amérique du Nord et la pharyngalisation concentrée en Eurasie.

Ce chapitre explore aussi la cooccurrence de plusieurs articulations secondaires au sein des inventaires phonémiques, révélant que les langues avec plus d'articulations secondaires tendent à avoir des inventaires phonémiques plus grands. Avec un inventaire consonantique de 71 phonèmes, le tachlhit appartient à la catégorie supérieure des langues à deux articulations secondaires, dont la moyenne est 39 et le maximum à 88 consonnes. Ceci est conforme aux observations de Clements (2009) et de Lindblom et Maddieson (1988), qui ont montré que les segments marqués ont tendance à se trouver dans des inventaires de phonèmes plus importants.

La présence de la labialisation et de la pharyngalisation dans le tachelhit en fait une langue relativement rare, avec seulement 0,4 % des langues de l'ensemble de données PHOIBLE présentant cette cooccurrence spécifique. Cette co-occurrence spécifique n'est observée que dans 0,4 % des langues de l'ensemble de données PHOIBLE. Enfin, la restriction de ces articulations secondaires à des lieux d'articulation spécifiques en tachelhit reflète des tendances interlinguistiques. La labialisation est confinée aux segments dorsaux, ce qui est cohérent avec la majorité des langues qui présentent une labialisation. La pharyngalisation, d'autre part, ne se produit que dans les coronales, qui sont les segments pharyngalisés les plus fréquemment observés dans les langues.

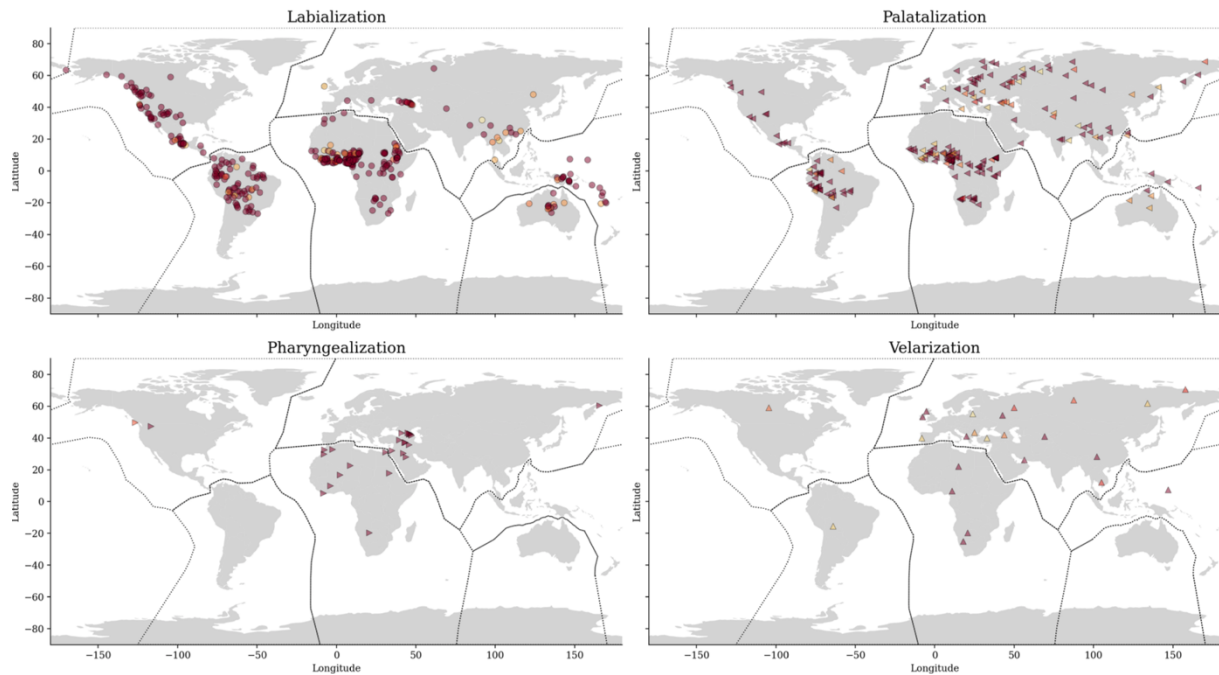


Figure 1. Distributions géographiques pour la labialisation (en haut à gauche), la palatalisation (en haut à droite), la pharyngalisation (en bas à gauche) et la vélarisation (en bas à droite). Les frontières superposées délimitent les macro-zones selon Hammarström et al. (2023).

3. Le tachelhit : Une présentation succincte

Faisant partie de la famille des langues afroasiatiques, sont principalement parlées en Afrique du Nord, le tachelhit étant l'une des trois principales variétés au Maroc. Il compte une population de locuteurs significative, estimée entre 7 et 9 millions, avec des communautés également présentes en Europe.

L'inventaire phonémique du tachelhit est particulièrement riche. Il présente un système vocalique ternaire composé de /i, a, u/, ce qui est courant dans les variétés amazighes. Bien que des voyelles longues puissent apparaître en tant que réalisations phonétiques, la longueur des voyelles n'est pas une caractéristique contrastive. Le système consonantique est beaucoup plus fourni, incluant à la fois des consonnes simples et géminées (voir la table 1.

Table 1. Inventaire des consonnes simples du tachlhit (Ridouane 2016, p. 208)

	Dental		Postalveolar		Velar		Uvular		Aryepi-glottal	Glottal	
	Bilabial	Labio-dental	Plain	Pharyng.	Plain	Pharyng.	Plain	Lab.			
Stop	b		t d	t ^ʕ d ^ʕ			k g	k ^w g ^w	q	q ^w	
Nasal	m		n	(n ^ʕ)							
Tap		r	r ^ʕ								
Fricative		f	s z	s ^ʕ z ^ʕ	ʃ ʒ	(ʃ ^ʕ) ʒ ^ʕ			χ ʁ	χ ^w ʁ ^w	h ʔ
Lateral			l	l ^ʕ							
Approximant					j		w				

Le tachlhit est également connu pour sa capacité à former des mots et même des phrases sans voyelles, s'appuyant fortement sur des séquences de consonnes. Comme nous l'avons déjà mentionné, une caractéristique frappante du système consonantique du tachlhit est la présence d'articulations secondaires, spécifiquement la labialisation et la pharyngalisation. La labialisation se produit dans les dorsales, contrastant les dorsales simples avec leurs équivalents labialisés. Ces consonnes labialisées peuvent apparaître dans diverses positions dans les mots, bien que leur occurrence soit moins fréquente que celle des dorsales simples. La pharyngalisation, quant à elle, est une caractéristique contrastive parmi les coronales, les coronales pharyngalisées apparaissant dans toutes les positions des mots. Cette caractéristique peut se propager aux segments adjacents, affectant la réalisation phonétique de syllabes ou de mots entiers, surtout dans la parole rapide.

Les caractéristiques phonétiques de ces articulations secondaires n'ont pas été largement étudiées. Cependant, des observations préliminaires suggèrent que les dorsales labialisées impliquent un arrondi supplémentaire des lèvres et une articulation plus postérieure. La pharyngalisation affecte la structure des formants des voyelles adjacentes, augmentant F1 et diminuant F2, et entraîne un VOT plus court pour les occlusives pharyngalisées par rapport à leurs contreparties simples.

Étant donné la structure phonétique et phonologique unique du tachlhit, cette thèse cherche à explorer les questions de recherche suivantes :

1. Quelles sont les caractéristiques articulatoires et acoustiques de la labialisation en tachlhit ?
2. La labialisation est-elle un cas de labialisation simple ou labialisation complexe ?
3. Quelles sont les caractéristiques articulatoires et acoustiques de la pharyngalisation en tachlhit ?
4. Quelles sont les différences phonétiques entre la labialisation et la pharyngalisation ?
5. Comment la labialisation et la pharyngalisation sont-elles phonétiquement implémentées lorsque les segments adjacents sont des consonnes plutôt que des voyelles ?
6. Ces deux articulations secondaires diffèrent-elles dans l'étendue de leurs modifications phonétiques ?
7. Comment les caractéristiques phonétiques peuvent-elles informer les représentations phonologiques des deux articulations secondaires ?

La présence à la fois de la labialisation et de la pharyngalisation dans le tachlhit offre une opportunité rare d'examiner ces contrastes phonologiques simultanément. Les questions 1 à 3 se concentrent sur la découverte des propriétés phonétiques générales de ces articulations secondaires. La labialisation, en particulier, reste largement inexplorée, ce qui en fait une véritable *terra incognita*.

Une question cruciale est de savoir si la labialisation en tachlhit représente une labialisation simple ou complexe, avec des études antérieures sur l'arabe marocain, étroitement lié au tachlhit, suggérant cette dernière.

À l'inverse, la pharyngalisation a été largement étudiée en arabe, y compris en arabe marocain, suggérant que sa manifestation en tachlhit pourrait être similaire. En comparant les caractéristiques acoustiques et articulatoires de la labialisation et de la pharyngalisation en tachlhit (Q4), cette recherche espère identifier des différences et similarités entre ces deux contrastes dans le même contexte linguistique. La compréhension fondamentale de ces articulations conduit aux questions 5 et 6. Bien que des études précédentes se soient concentrées sur l'impact des articulations secondaires sur les voyelles adjacentes, il reste un manque de compréhension de leur comportement à travers divers environnements sonores. La question 5 examine spécifiquement comment la labialisation et la pharyngalisation se manifestent dans les séquences $V\bar{C}V$, $V\bar{C}C\bar{V}$, $V\bar{C}C\bar{V}$, ainsi qu'en position interconsonantique ($V\bar{C}C\bar{C}V$).

Cette exploration permet une enquête détaillée des conséquences articulatoires et acoustiques à travers divers environnements segmentaux. Dans ce contexte, la question 6 s'intéresse à l'étendue temporelle des modifications phonétiques. Alors que la pharyngalisation en arabe est connue pour affecter des segments distants, de telles affirmations pour le tachlhit restent largement impressionnistes. Nos analyses phonétiques visent à étayer ces impressions. En revanche, la labialisation est généralement localisée, suggérant que ses effets sont moins étendus. Enfin, la question 7 cherche à comprendre comment ces résultats peuvent informer les représentations phonologiques des deux articulations secondaires en tachlhit.

4. Méthodologie employée pour les études articulatoire et acoustique

4.1. Stimuli

Pour les deux études, deux types de stimuli ont été construits : des logatomes (voir la Table 3) et des productions de mots.

Table 2. Consonnes cibles dans les logatomes [aCa] pour l'étude articulatoire par quantité, mode et voisement.

primary articulation	manner	singleton		geminate	
		voiceless	voiced	voiceless	voiced
dorsal	stop	k, k ^w	g, g ^w	kː, kː ^w	gː, gː ^w
	fricative	χ, χ ^w	ʁ, ʁ ^w	χː, χː ^w	ʁː, ʁː ^w
coronal	stop	t, t ^ʕ	d, d ^ʕ	tː, tː ^ʕ	dː, dː ^ʕ
	fricative	s, s ^ʕ	z, z ^ʕ	sː, sː ^ʕ	zː, zː ^ʕ
	lateral		l, l ^ʕ		lː, lː ^ʕ
	tap		r, r ^ʕ		rː, rː ^ʕ

Pour les mots, il y avait deux sous-ensembles pour chaque articulation secondaire. Pour la labialisation, il y avait un sous-ensemble avec des occlusives dorsales voisées simples et labialisés comme consonnes cibles, par exemple, /asga/ - /asg^wa/, et un sous-ensemble avec des occlusives dorsales sourdes simples et labialisés, par exemple, /takat/ - /tak^wat/. Les voyelles environnantes variaient entre /i/ et /a/, à l'exclusion de /u/ pour éviter la délabialisation des consonnes labialisées sous-jacentes. Pour la pharyngalisation, un sous-ensemble de consonnes cibles était constitué d'occlusives coronales voisées simples et

pharyngées, tandis que l'autre sous-ensemble était constitué de fricatives voisées simples et pharyngées. Les voyelles différaient entre /a/ et /i/.

Table 3. Stimuli pour les dorsales simples et labialisées en fonction de la consonne cible, du type de séquence et du type d'articulation, ainsi que leur signification.

dorsal target	sequence type	plain	meaning	labialized	meaning	
g/g ^w	V <u>C</u> V	aga	'bucket'	ag ^w a	letter ⟨ 𐵏 ⟩	
	V <u>CC</u> V	asga	'side'	asg ^w a	nonce	
	V <u>CC</u> V	ag <u>l</u> aj	'testicle'	ag ^w la	'wisdom tooth'	
	V <u>CCC</u> V	asg <u>l</u> al	'result'	asg ^w la	nonce	
	V <u>CC</u> V	ing <u>al</u> n	'noisy, pl.'	ing ^w aln	'buttocks'	
	V <u>CCC</u> V	ing <u>z</u> amn	'injured, pl.'	ing ^w zamn	nonce	
	k/k ^w	V <u>C</u> V	tak <u>a</u> t	'family'	tak ^w at	'fire'
		V <u>CC</u> V	task <u>a</u>	antenna	task ^w a	'nonce'
		V <u>CC</u> V	tak <u>r</u> a	nonce	tak ^w ra	'she stole'
		V <u>CCC</u> V	task <u>r</u> a	type of plant	task ^w ra	nonce
V <u>C</u> V		sak <u>i</u> t	'make him take the road'	s:ak ^w it	'throw it'	
V <u>CC</u> V		task <u>i</u> mt	name of a village	task ^w imt	'billhook'	
V <u>CC</u> V		ak <u>l</u> i	'slave'	ak ^w li	nonce	
V <u>CCC</u> V		ask <u>t</u> i	Amazigh family name	ask ^w ti	reminder	

Table 4. Stimuli pour les coronales simples et pharyngalisées par consonne cible, type de séquence et type d'articulation, ainsi que leur signification.

coronal target	sequence type	plain	meaning	pharyngealized	meaning	
d/d ^ʕ	V <u>C</u> V	id <u>a</u> n	'intestines'	id ^ʕ an	'dogs'	
	V <u>CC</u> V	ib <u>d</u> a	'he started'	ibd ^ʕ a	'he divided'	
	V <u>CC</u> V	idg <u>al</u> n	'widowers'	id ^ʕ gam	'yesterday'	
	V <u>CCC</u> V	ibd <u>g</u> as	'it was wet for him'	ibd ^ʕ gas	nonce	
	V <u>C</u> V	ad <u>a</u> n	'intestine'	ad ^ʕ an	'disease'	
	V <u>CC</u> V	abd <u>a</u> j	'beginning'	abd ^ʕ aj	'division'	
	V <u>CC</u> V	adg <u>al</u>	'widower'	ad ^ʕ gal	nonce	
	z/z ^ʕ	V <u>C</u> V	iz <u>i</u>	'fly'	iz ^ʕ i	'gallbladder'
		V <u>CC</u> V	imz <u>i</u>	name of a hill	imz ^ʕ i	'be small'
		V <u>CC</u> V	izm <u>a</u> z	'periods'	iz ^ʕ man	'scared'
V <u>CCC</u> V		imz <u>m</u> an	nonce	imz ^ʕ maz	name of a city (pl.)	
V <u>C</u> V		az <u>a</u>	letter ⟨ 𐵏 ⟩	az ^ʕ a	letter ⟨ 𐵏 ⟩	
V <u>CC</u> V		amz <u>a</u> j	'smoothing'	amz ^ʕ ar	'rain'	
V <u>CC</u> V		azg <u>a</u> j	'harmony'	az ^ʕ gaj	nonce	

Les logatomes servaient de base pour étudier les propriétés phonétiques des articulations secondaires, tandis que les productions de mots visaient à examiner l'influence de différents environnements sonores sur l'implémentation de la labialisation et de la pharyngalisation. Les stimuli étaient intégrés dans des phrases porteuses et présentés sur un écran d'ordinateur aux participants.

4.2. Enregistrement et analyse des données

L'analyse des données impliquait des mesures articulatoires et acoustiques. Les données articulatoires ont été analysées en examinant les trajectoires des positions des capteurs sur l'ensemble des logatomes et des séquences d'intérêt dans les productions de mots, à savoir $V\bar{C}V$, $V\bar{C}\bar{C}V$, $V\bar{C}\bar{C}\bar{C}V$, $V\bar{C}\bar{C}\bar{C}\bar{C}V$. Dans l'étude EMA, les capteurs ont été fixés sur les lèvres supérieures et inférieures des locuteurs (UL, LL), le bout de la langue (TT), le milieu de la langue (TM) et le corps de la langue (TB). L'ouverture des lèvres a été calculée comme la distance euclidienne entre les capteurs situés sur les lèvres supérieure et inférieure. La figure 2 montre une représentation schématique de l'emplacement des capteurs. Les données articulatoires ont été capturées à une fréquence d'échantillonnage de 1250 Hz.

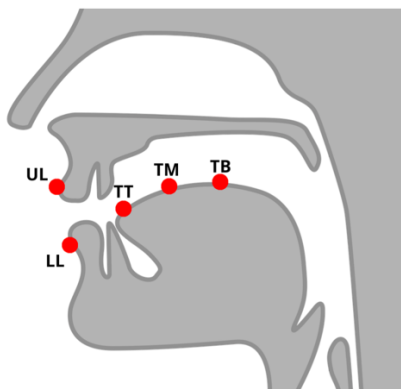


Figure 2. Positions des capteurs EMA. Les abréviations désignent la lèvre supérieure (UL), la lèvre inférieure (LL), la pointe de la langue (TT), le milieu de la langue (TM) et le corps de la langue (TB). Vue midsagittale avec l'aimable autorisation de Wugapodes sous licence CC0 1.0. Consulté le 02/03/2024.

(https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Midsagittal_diagram_unlabeled.svg).

Les mesures acoustiques comprenaient l'analyse des formants F1, F2, et F3 des voyelles pleines, ainsi que les formants des schwas intrusifs qui apparaissent parfois entre deux consonnes adjacentes. En outre, la durée de la voyelle précédente et de la voyelle suivante a été mesurée. En ce qui concerne les consonnes, une multitude de mesures uniparamétriques ont été extraites, en fonction du mode d'articulation du segment. Les paramètres temporels pour les occlusives étaient leur durée d'occlusion (CD) et leur durée de relâchement (REL). Sur la base de la durée de relâchement, les quatre moments spectraux COG, SD, skewness et kurtosis ont été extraits. Ces mesures temporelles et spectrales ont également été appliquées aux fricatives.

Les analyses statistiques pour toutes les enquêtes de cette thèse ont été effectuées dans le cadre bayésien. Les analyses bayésiennes ne donnent pas lieu à des estimations ponctuelles, des intervalles de confiance et des valeurs p, mais conduisent à des distributions a posteriori des valeurs possibles pour les estimations des paramètres dans les modèles, contrairement aux approches fréquentistes. Pour la prise de décision, la règle de décision HDI + ROPE (Kruschke, 2018) a été appliquée. Cette règle se compose de deux éléments clés : l'intervalle de densité maximale (IDM) de la distribution postérieure, une région d'équivalence pratique (ROPE) et leur relation. La ROPE est une région qui représente l'hypothèse nulle et il existe trois résultats possibles en ce qui concerne sa relation avec HDI. Ces résultats sont présentés dans la figure 3. Le résultat du modèle est décisif dans le cas (1), lorsque HDI est complètement en dehors de la ROPE, ce qui conduit au rejet de l'hypothèse nulle. Dans le cas (2), lorsque HDI est complètement à l'intérieur du ROPE, l'hypothèse nulle peut être acceptée. Dans tous les autres cas (3), aucune décision ne peut être prise.

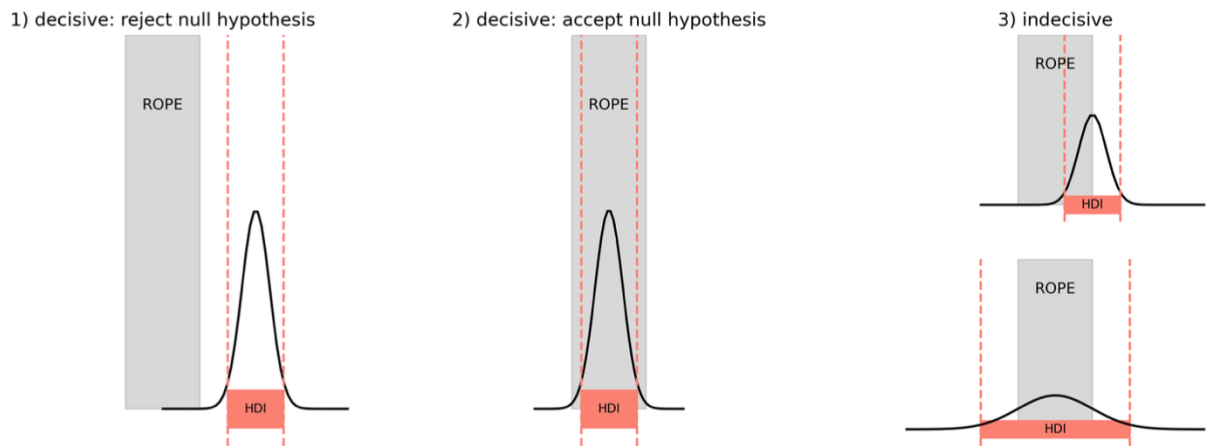


Figure 3. Résultats possibles de la règle de décision HDI (rectangles rouges) + ROPE (zones grises) (La figure est inspirée de Kruschke, 2018, p. 272).

5. Résultats

Dans ce qui suit, nous présenterons les résultats des analyses articulatoires et acoustiques en commençant par le contraste de labialisation, avant de passer au contraste de pharyngalisation.

5.1. Les caractéristiques articulatoires et acoustiques de la labialisation

L'analyse des données articulatoires pour les logatomes aCa a révélé que les consonnes labialisées sont caractérisées par une ouverture labiale plus petite comparées à leurs contreparties simples. Comme le montre la figure 4, cette configuration vaut pour toutes les consonnes dorsales, indépendamment du mode d'articulation, du voisement ou de la longueur de ces consonnes.

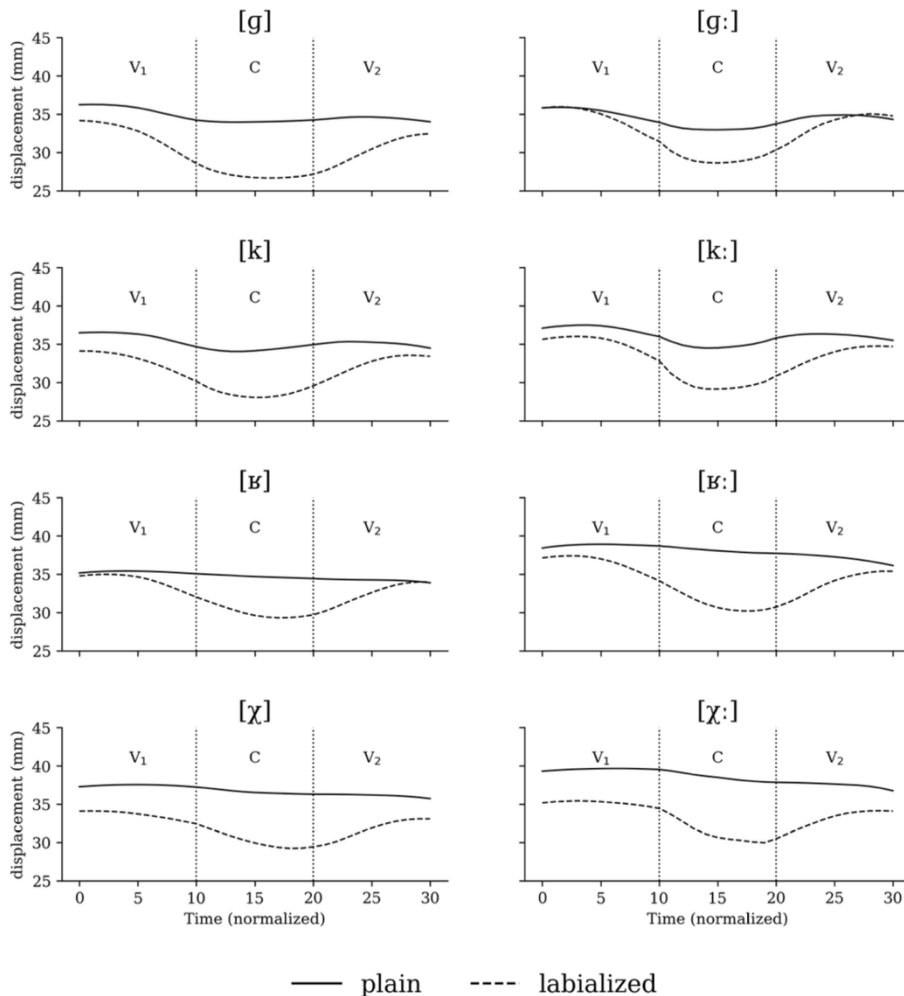


Figure 4. Trajectoires d'ouverture des lèvres pour chaque dorsale par articulations simples (lignes pleines) et labialisées (lignes pointillées), moyennée pour tous les locuteurs. Les lignes verticales en pointillé marquent les limites acoustiques de la consonne.

La figure 5 montre les analyses des trajectoires d'ouverture des lèvres. Cette figure est composée de deux niveaux. Le niveau supérieur représente le HDI à 95 % des estimations postérieures de l'ouverture des lèvres, la trajectoire des consonnes simples étant en bleu et celle des consonnes labialisées en rouge. Le niveau inférieur montre la différence entre les estimations labialisées et simples au fil du temps. La zone grise montre la ROPE de [-1, 1] mm et la zone rouge transparente indique la plage de temps où la trajectoire de la différence est complètement en dehors de la ROPE. L'observation générale de cette figure confirme que les consonnes labialisées présentent une ouverture labiale plus petite que les dorsaux simples. L'ouverture labiale dans les consonnes labialisées commence à s'écarter des articulations simples dès la voyelle précédente et se termine à la voyelle suivante. La différence la plus importante se situe dans la seconde moitié de la consonne.

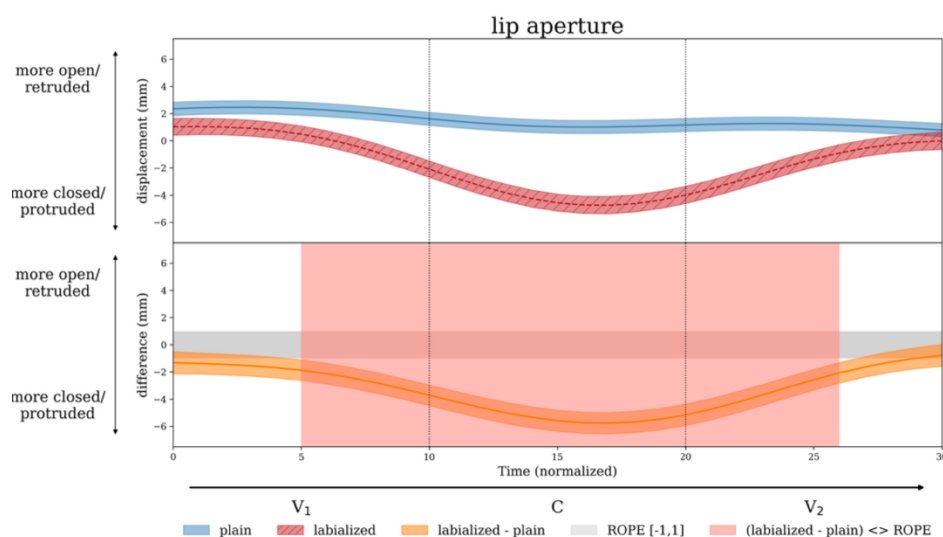


Figure 5. Estimations de l'ouverture des lèvres (HDH de 95%) agrégées sur toutes les consonnes dorsales.

Les positions moyennes des capteurs de la langue pour les dorsales simples et labialisées sont indiquées dans la figure 6. Pour chaque catégorie, les trajectoires de la pointe de la langue (TT), du milieu de la langue (TM) et du corps de la langue (TB), moyennées sur l'ensemble des locuteurs, sont représentées. Les mouvements horizontaux sont indiqués dans le panneau de gauche et les mouvements verticaux sont présentés dans le panneau de droite. Les articulations labialisées sont indiquées par des lignes pointillées et les productions simples sont représentées par des lignes pleines. Les lignes pointillées marquent les limites acoustiques des consonnes. Ces données montrent que dans les dorsales labialisées, la langue est généralement positionnée plus en arrière par rapport à leurs contreparties simples, indiquant une rétraction de la langue dans les articulations labialisées. Cette configuration semble être plus prononcée dans les vélares (a-d) que dans les uvulaires (e-h). Une déviation de ce schéma est observée pour la géminée [χ :] en (h), où la langue est légèrement avancée. Aucun patron cohérent ne peut être observé pour la position verticale de la langue au fil du temps. Par exemple, [g^w] labialisé montrait une légère élévation de la langue par rapport à [g] simple, tandis que les occlusives géminées correspondantes avaient le schéma opposé. Les trajectoires verticales de la langue pour les occlusives vélares sourdes et les fricatives uvulaires voisées étaient presque identiques, tandis que la langue était légèrement relevée pour les fricatives uvulaires sourdes labialisées.

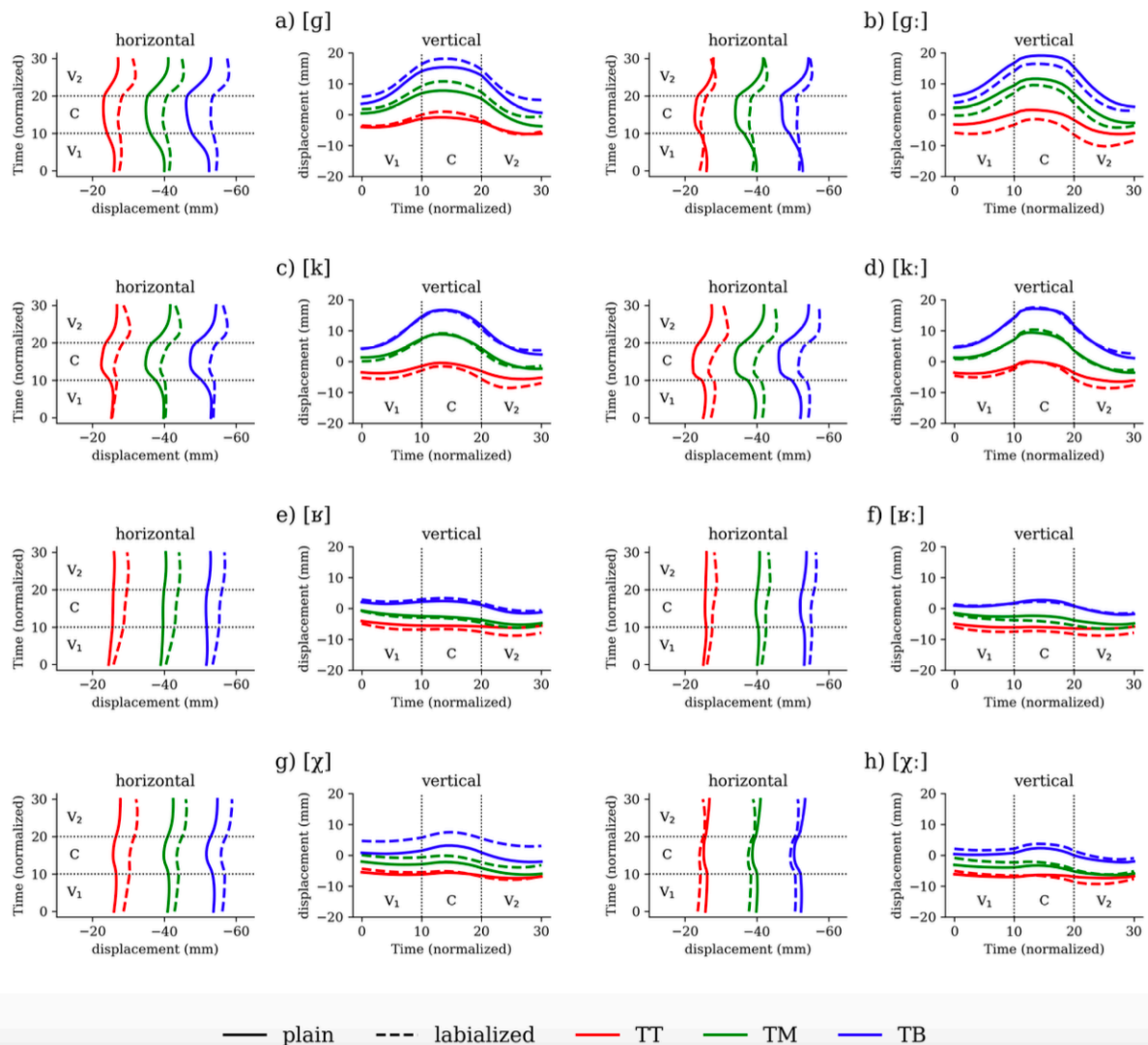


Figure 6. Captors de la langue (rouge = TT, vert = TM, bleu = TB) pour toutes les consonnes dorsales (a-h) dans les dimensions horizontale (gauche) et verticale (droite) pour les productions simples (lignes pleines) et labialisées (lignes pointillées). Les trajectoires sont moyennées sur l'ensemble des locuteurs. Les lignes pointillées marquent les limites acoustiques de la consonne dorsale.

Les analyses acoustiques des logatomes VCV, qui couvraient les environnements vocaliques [a_a, i_i, u_u], ont conduit à des résultats divers. La structure des formants des voyelles environnantes était clairement affectée par la labialisation dans les cas de [a_a] et [i_i] : les voyelles montraient un abaissement général de F2. Dans [i], F3 était également abaissé dans les vélaires et F1 était abaissé dans les occlusives uvulaires et les fricatives uvulaires voisées, lorsque l'environnement vocalique était [a_a]. La structure des formants de [u_u] environnant ne différait pas entre les productions simples et labialisées. La figure 7 illustre ces résultats.

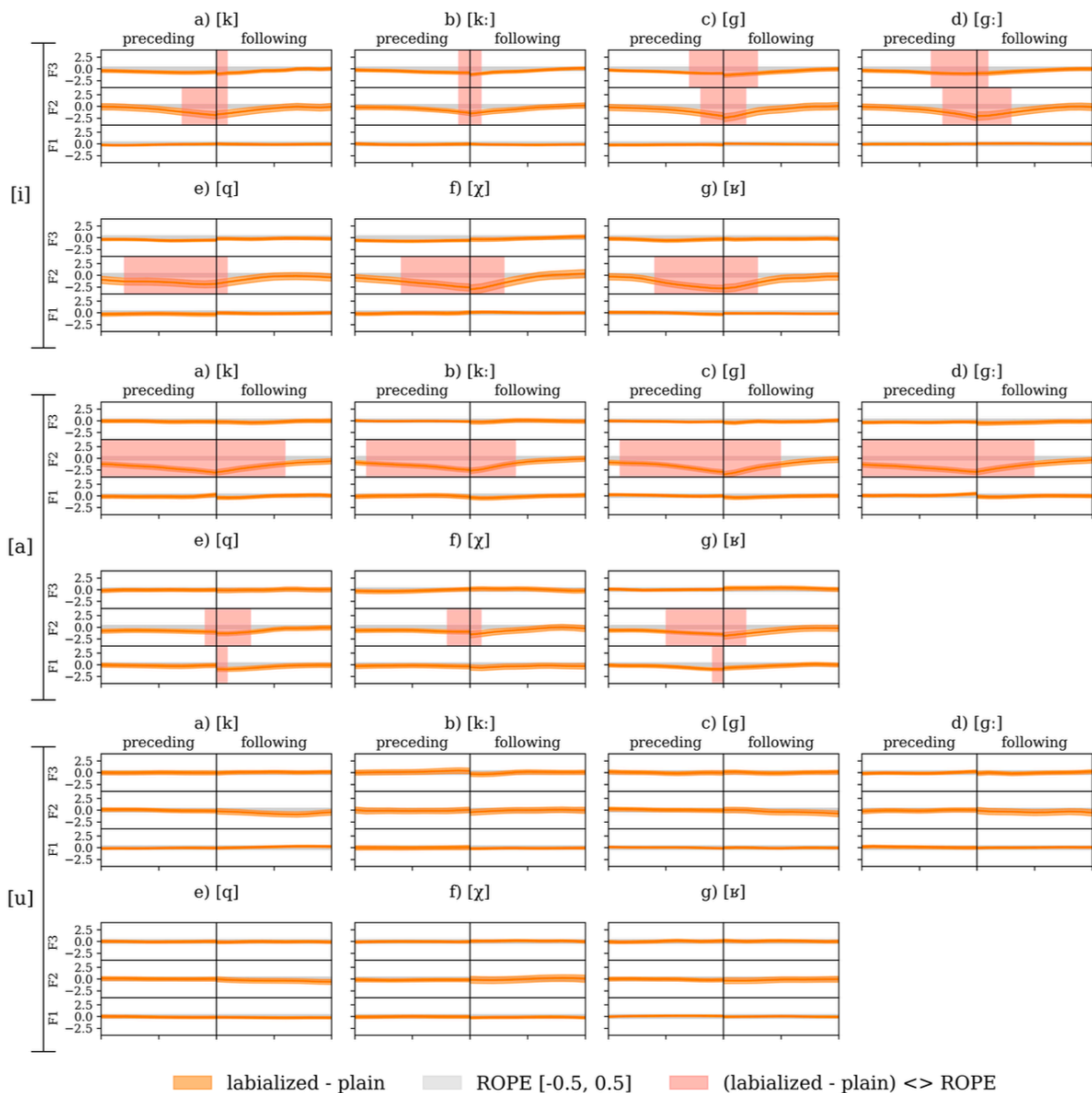


Figure 7. Les estimations (HDI à 95 %) pour F3, F2 et F1 montrant l'effet de la labialisation selon la qualité des voyelles et pour toutes les consonnes dorsales.

Une autre observation importante est que la labialisation affectait également les caractéristiques spectrales des obstruantes dorsales. En général, les occlusives et fricatives labialisées avaient un centre de gravité (COG) plus bas, indiquant ainsi une concentration d'énergie spectrale dans des bandes de fréquence inférieures par rapport à leurs homologues simples. Les occlusives dorsales labialisées avaient également des spectres moins dispersés. Ces modifications spectrales étaient notables uniquement lorsque [a_a] et [i_i] étaient les voyelles environnantes. L'examen des caractéristiques temporelles des dorsales labialisées a montré que les occlusives labialisées avaient des durées d'occlusion et de relâchement plus longues. De même, les fricatives labialisées étaient plus longues que leurs contreparties simples.

L'analyse de la labialisation dans les différents types de séquences $V\bar{C}V$, $V\bar{C}C\bar{V}$, $V\bar{C}C\bar{C}V$, et $V\bar{C}C\bar{C}C\bar{V}$ a montré qu'une ouverture labiale plus petite était une caractéristique articulaire notable à travers les types de séquences. De même, la rétraction du corps de la langue était présente dans tous les types de séquences, mais était moins prononcée lorsque les dorsales labialisées étaient en position interconsonantique. Dans ces séquences, la rétraction du corps de la langue était absente dans deux des quatre paires de mots. Comme pour les logatomes,

aucun effet notable n'a été observé pour le mouvement vertical de la langue. La figure 8 illustre ces résultats pour la séquence VCCCV.

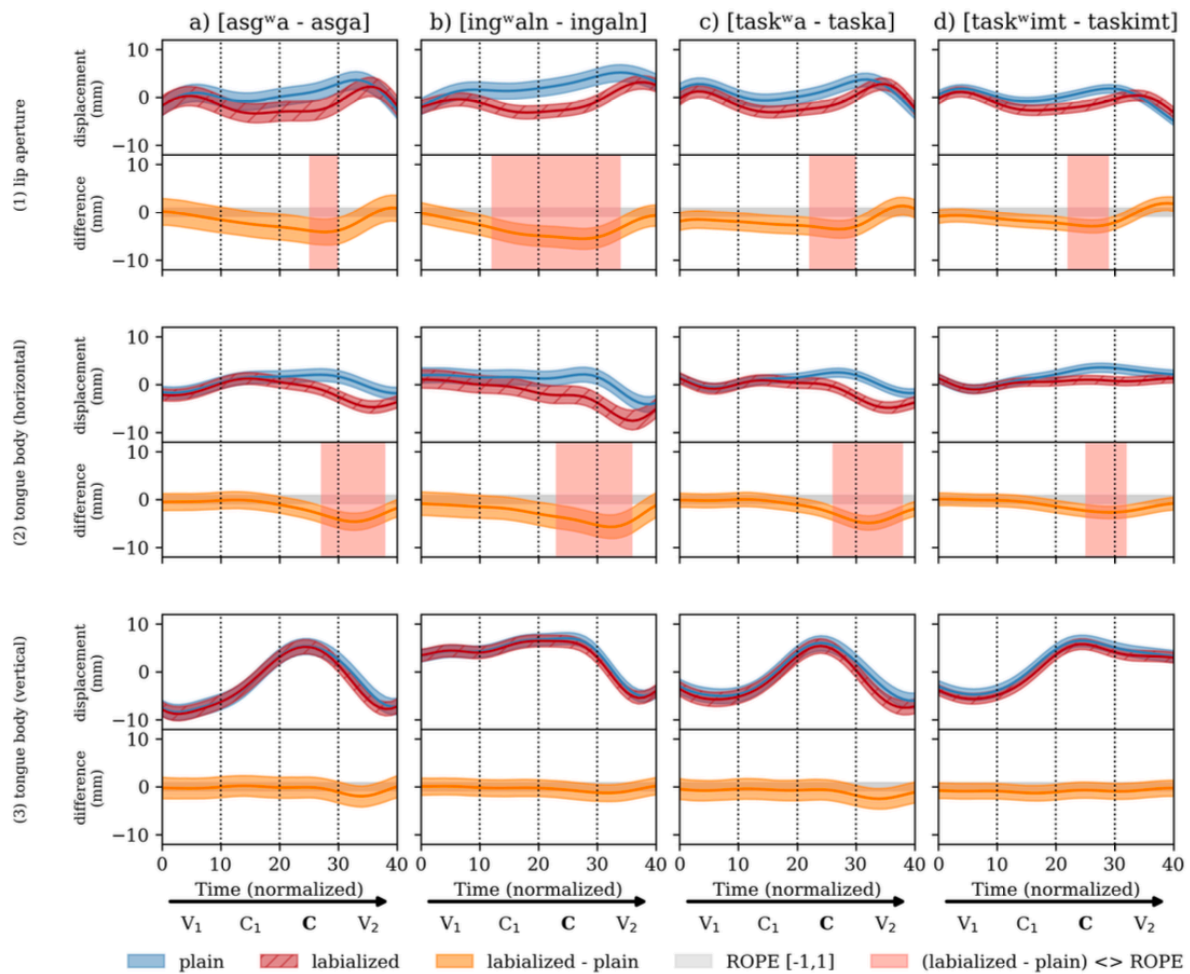


Figure 8. Ouverture des lèvres (1) et trajectoires horizontales (2) et verticales du corps de la langue (3) dans les séquences VCCCV par mot (a-d). Chaque panneau montre des estimations postérieures à 95% pour la production normale (bleu) et labialisée (rouge) et leur différence (orange), ainsi qu'une ROPE de [-1,1] mm (zone grise hachurée) et la plage de temps dans laquelle la trajectoire de la différence est en dehors de la ROPE (zone rouge clair).

L'analyse acoustique de la labialisation dans ces séquences a révélé que la structure des formants n'était affectée par la labialisation que lorsqu'un élément vocalique était immédiatement adjacent à la cible dorsale. Un abaissement de F2 a été observé dans les deux voyelles en VCV, dans la voyelle suivante en VCCV, dans la voyelle précédente en VCCV, et dans les schwas intermédiaires, mais pas dans les voyelles pleines, lorsque les dorsales labialisées étaient en position interconsonantique (i.e. VCCCV). La séquence VCCV illustre ces résultats (voir la figure 9).

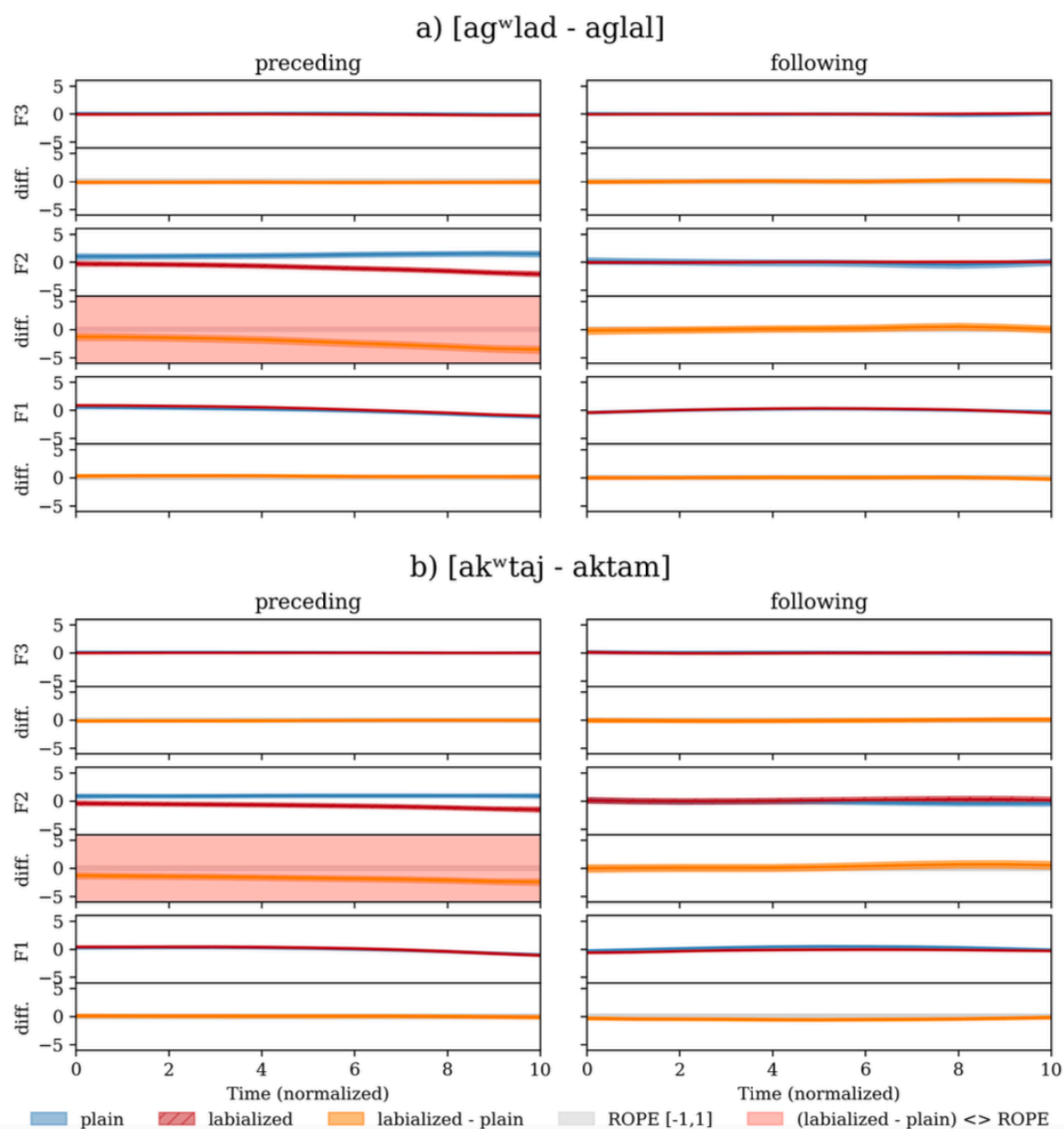


Figure 8. Estimations des trajectoires F3, F2 et F1 dans les séquences VCCV par mot (a-b) et position de la voyelle, montrant l'effet de la labialisation.

En ce qui concerne l'acoustique des dorsales, les labialisées affichaient systématiquement un COG abaissé à travers les types de séquences. L'écart-type (SD) était également affecté, mais montrait des patterns différents selon le type de séquence. Lorsqu'une voyelle suivait immédiatement la cible dorsale, les spectres de relâchement étaient moins dispersés dans les occlusives labialisées comparées aux occlusives simples. Si le segment suivant était une consonne, les spectres étaient plus dispersés dans les productions labialisées comparées à leurs contreparties simples.

5.2. Les caractéristiques articulatoires et acoustiques de la pharyngalisation

L'analyse articulatoire des logatomes a révélé que le corps de la langue, et dans une moindre mesure le milieu de la langue, est abaissé dans les articulations pharyngalisées. Cet effet était visible notamment dans les occlusives et les latérales, qui sont des consonnes nécessitant un contact de la pointe de la langue avec les alvéoles (contrairement aux fricatives et aux consonnes rhotiques). L'analyse obtenue à partir de ces résultats est illustrée dans la figure 9, agrégées pour toutes les coronales. Aucun effet important de la pharyngalisation n'a été

observé concernant l'ouverture des lèvres. De même, la pharyngalisation n'a pas affecté les mouvements horizontaux de la pointe de la langue, du milieu de la langue ou du corps de la langue.

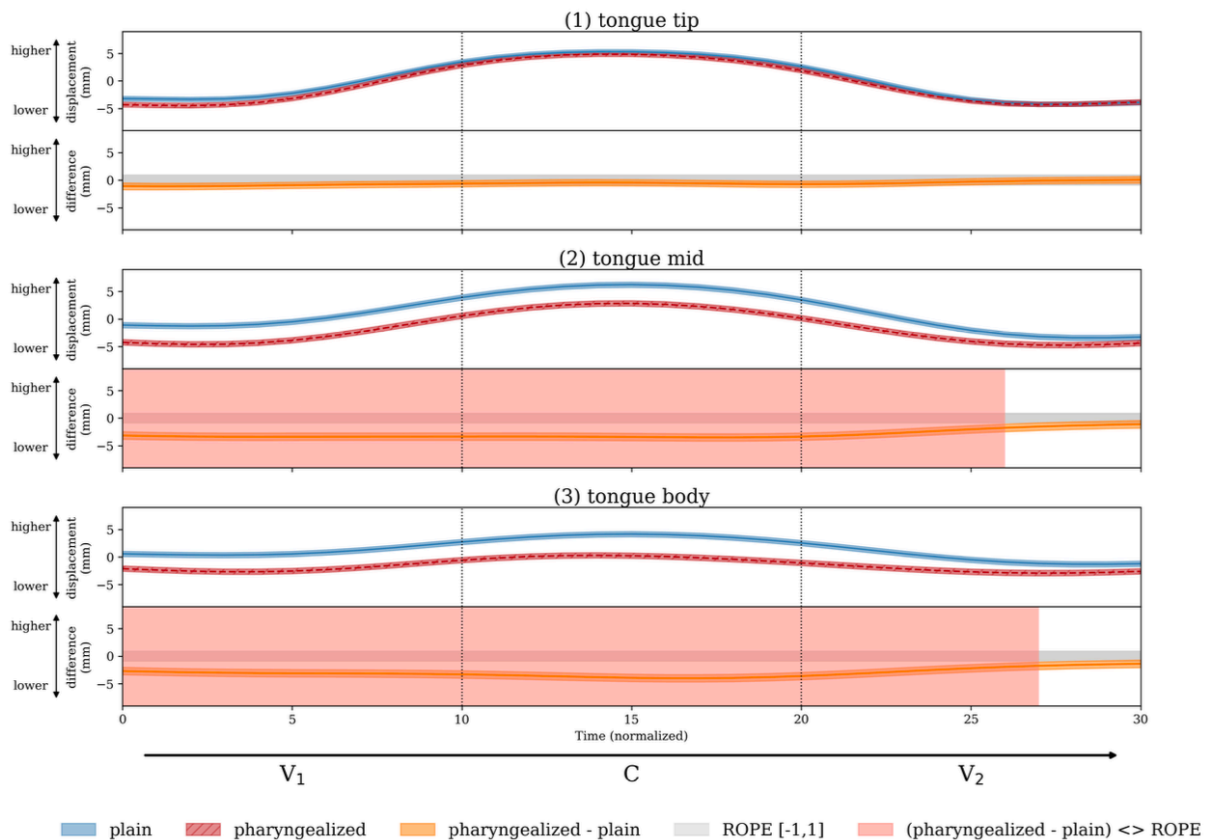


Figure 9. Estimations des capteurs verticaux (HDI à 95 %) pour la pointe de la langue (1), le milieu de la langue (2) et le corps de la langue (3) agrégées sur toutes les coronales.

L'analyse acoustique a montré que la caractéristique commune de la pharyngalisation était un abaissement de F2 à travers les différents modes d'articulation, le voisement et les distinctions de longueur de la consonne ainsi que les qualités vocaliques. F1 était clairement relevé lorsque les consonnes cibles étaient entre [i_i], tandis que F1 dans d'autres environnements vocaliques, c'est-à-dire [a_a] et [u_u], montrait une tendance à être relevé, mais ce F1 relevé ne dépassait pas le seuil ROPE de [-0.5, 0.5] Bark. Une exception à ce schéma était les occlusives voisées [d^s, d^s:] qui montraient un F1 relevé dans la voyelle précédente. F3 était clairement abaissé dans le [i] précédent et montrait une tendance à être abaissé dans le [i] suivant. Lorsque la voyelle était [a], il n'y avait aucune preuve que ce formant était affecté par la pharyngalisation. En revanche, [u] montrait une tendance générale à être relevé dans les articulations pharyngalisées. Cependant, le F3 relevé dépassait le seuil uniquement dans [d^s] comparé à [d]. Ces résultats sont illustrés dans la figure 10.

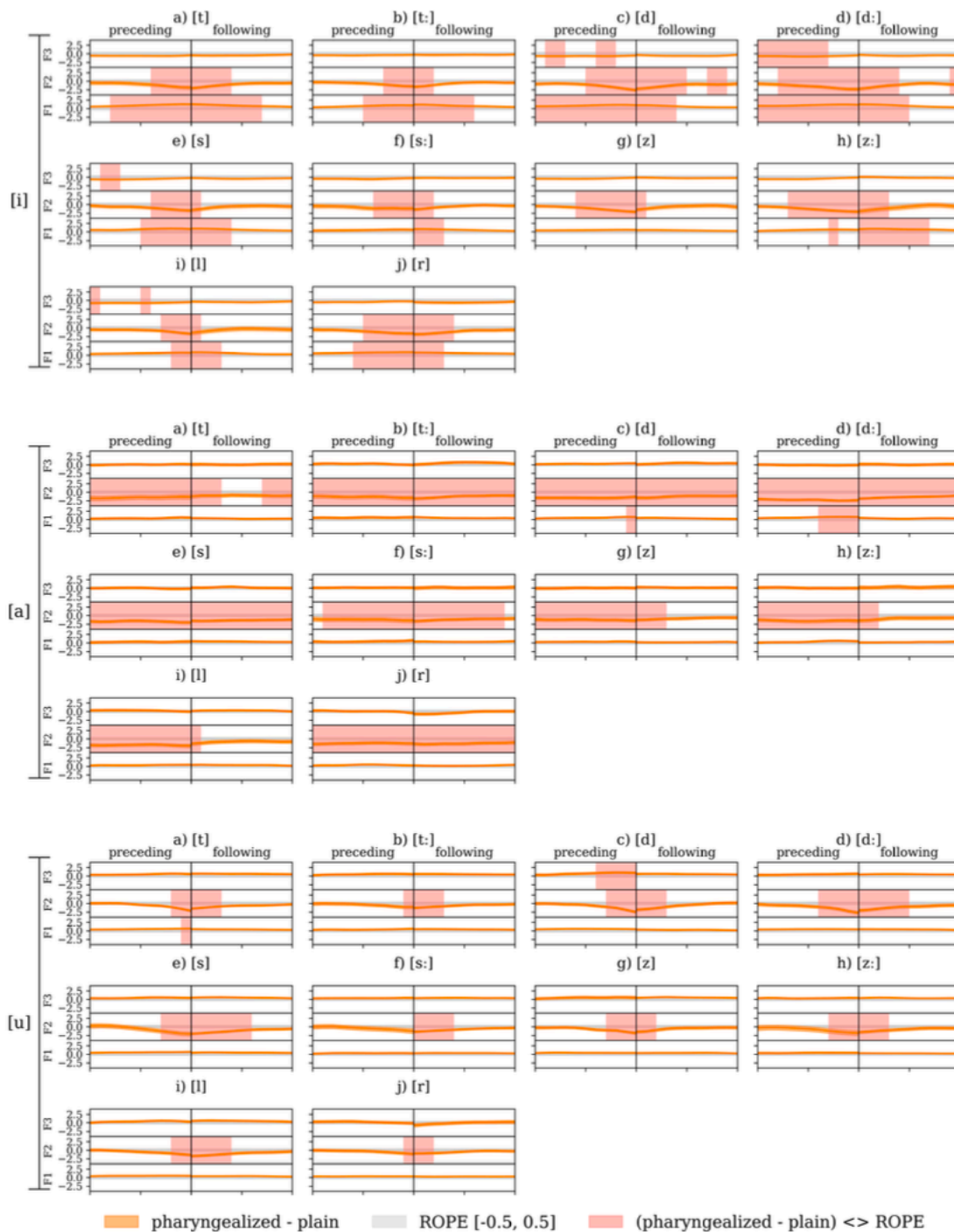


Figure 10. Les estimations (HDI à 95 %) pour F3, F2 et F1, montrant l'effet de la pharyngalisation selon la qualité des voyelles et pour toutes les consonnes coronales.

L'analyse des paramètres acoustiques internes des consonnes a conduit à des résultats divers. Pour les occlusives, les sourdes pharyngalisées avaient une durée d'occlusion plus longue et une durée de relâchement plus courte comparée à [t, t:], tandis qu'il n'y avait pas de preuve que les caractéristiques temporelles des occlusives voisées subissaient les mêmes modifications lorsqu'elles étaient pharyngalisées. De plus, seuls les spectres du relâchement des occlusives sourdes étaient affectés par la pharyngalisation : les [t^h] et [t^h:] pharyngalisés avaient clairement un COG plus bas que leurs contreparties simples, tandis que les occlusives voisées ne différaient pas pour le COG en ce qui concerne la pharyngalisation. La structure acoustique des fricatives ne montrait aucune influence de la pharyngalisation, ni sur la durée des fricatives ni sur les caractéristiques spectrales. Les latérales, en revanche, étaient plus

longues et avaient un F2 plus bas lorsqu'elles étaient pharyngalisées. Enfin, les battues pharyngalisées ne différaient pas des battues simples, en ce qui concerne leur durée. L'analyse des séquences $V\underline{C}V$, $V\underline{C}C\underline{V}$, $V\underline{C}C\underline{C}V$ et $V\underline{C}C\underline{C}C\underline{V}$ a montré un abaissement clair du corps de la langue pendant coronale pharyngalisée, qui s'étendait aux segments voisins. Il est important de noter que cette propagation de l'abaissement du corps de la langue était interrompue dans [g] dans les paires [ad^ggam - adgal] et [ibd^ggas - ibdgas]. De même, l'abaissement du corps de la langue était soit réduit soit disparu pendant [i]. En général, la modification du corps de la langue était observée dans toutes les paires, sauf pour les paires contenant des fricatives coronales comme segments cibles. Cette observation reflète les résultats des données des logatomes, car les fricatives ne montraient pas d'abaissement clair du corps de la langue. Ces résultats sont illustrés dans la figure 11, pour la séquence $V\underline{C}C\underline{V}$.

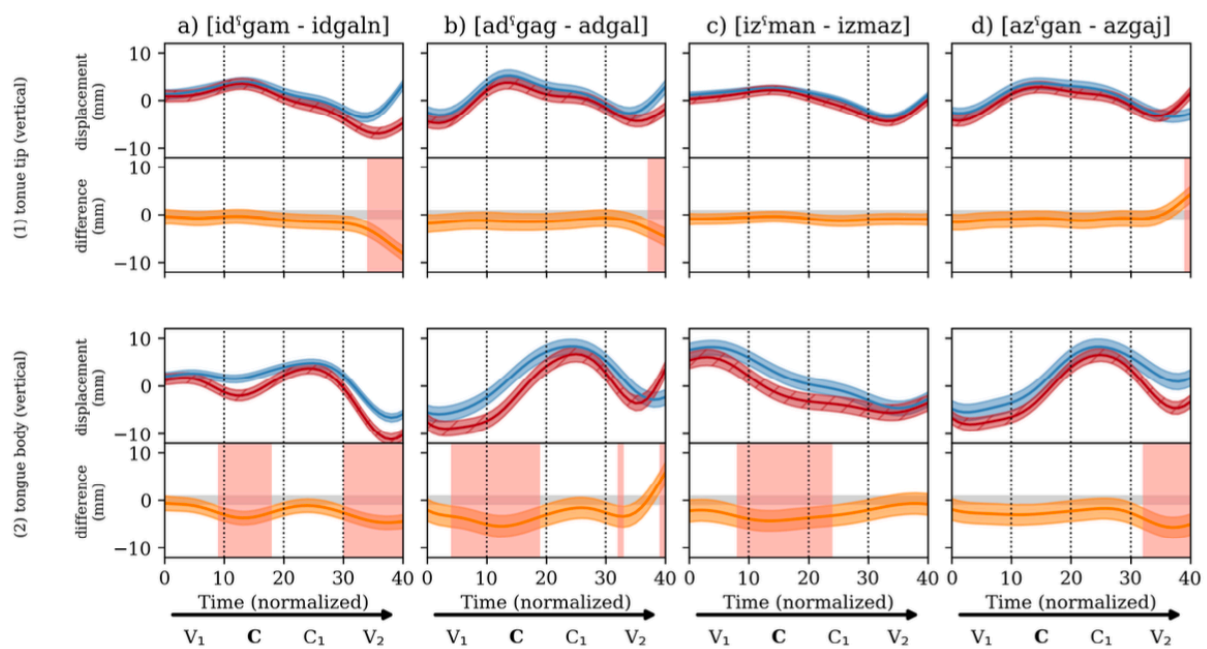


Figure 11. Trajectoires verticales de la pointe de la langue (1) et du corps de la langue (2) dans les séquences $V\underline{C}C\underline{V}$ par paire de mots (a-d).

Cependant, l'analyse des formants indiquait qu'il y avait un effet de la pharyngalisation même lorsqu'une consonne se trouvait entre une voyelle et la consonne coronale pharyngalisée. Les voyelles dans les paires en $V\underline{C}C\underline{V}$, $V\underline{C}C\underline{V}$ et $V\underline{C}C\underline{C}C\underline{V}$ montraient ainsi un abaissement clair de F2, bien que cette modification soit réduite en ampleur et en extension temporelle lorsque la voyelle était [i]. Dans le cas de $V\underline{C}C\underline{C}C\underline{V}$, le F2 du [i] précédent était abaissé dans [ibd^ggas], mais pas pour la même voyelle dans [imz^haz]. Une observation importante était que si un schwa apparaissait à la surface des clusters de consonnes sous-jacents, il montrait aussi un fort impact de la pharyngalisation sur sa structure de formants, avec plus précisément un F2 abaissé et parfois aussi un F1 relevé. La figure 12 illustre une partie de ces résultats avec la séquence $V\underline{C}C\underline{C}C\underline{V}$.

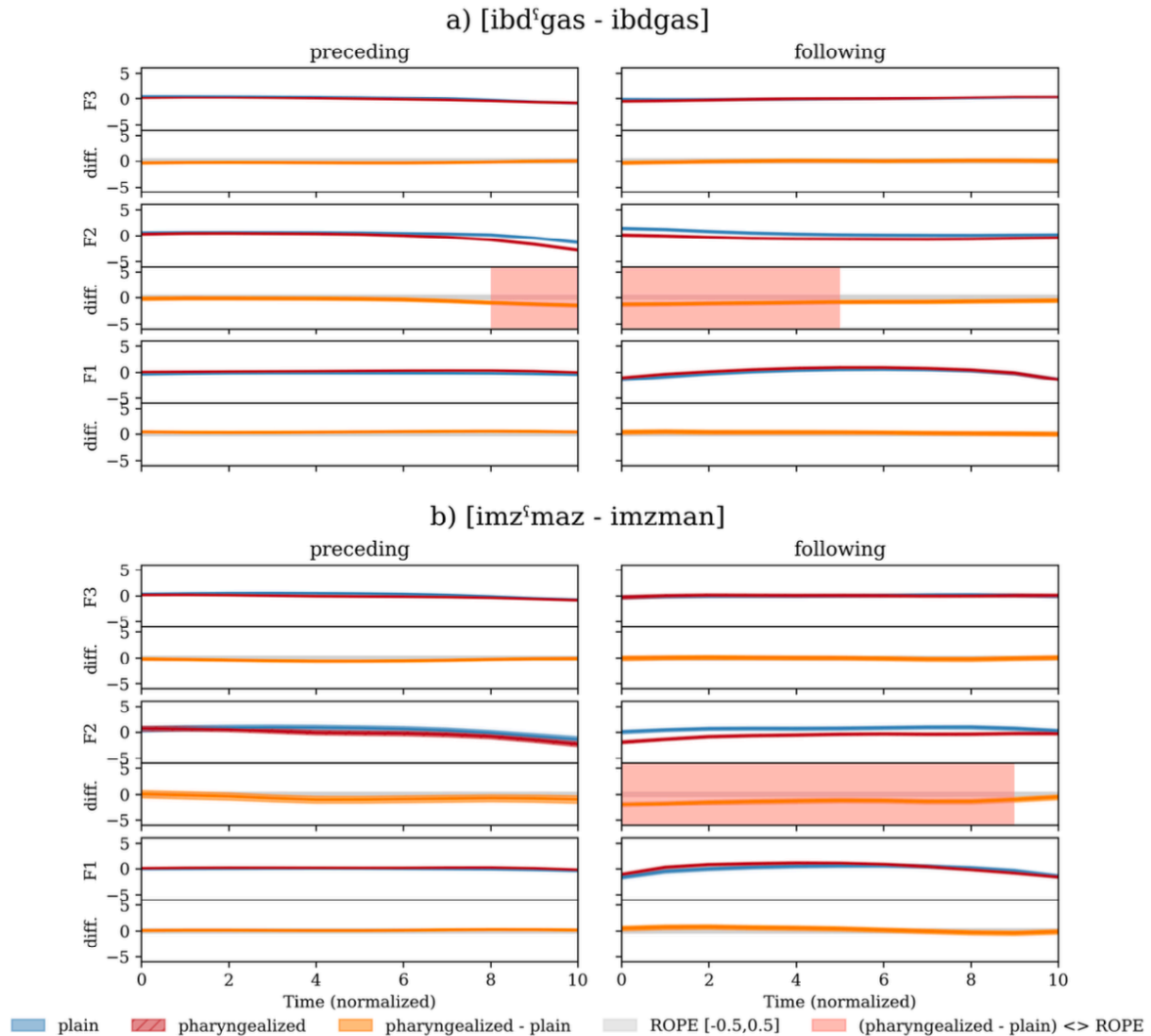


Figure 12. Estimations des trajectoires F3, F2 et F1 dans les séquences VCCC par mot (a-b) et position de la voyelle, montrant l'effet de la pharyngalisation.

Concernant les autres paramètres acoustiques unidimensionnels, les mesures liées aux consonnes n'étaient pas concluantes. En général, les consonnes coronales peuvent ou non subir une modification de leur structure acoustique lorsqu'elles sont pharyngalisées. Par exemple, les occlusives coronales montraient un COG abaissé en VCCV et VCCC, mais pas en VCV et VCCV. De même, les caractéristiques temporelles étaient affectées en VCCV et la durée d'occlusion en VCV, mais pas dans les autres types de séquence. La structure acoustique des fricatives coronales, en revanche, n'était généralement pas influencée par la pharyngalisation, sauf pour la durée des fricatives en VCV. L'acoustique des consonnes non coronales n'a montré aucun effet notable de la pharyngalisation.

6. Articulations secondaires : quelles modélisations phonologiques ?

Cette thèse a étudié les caractéristiques articulatoires et acoustiques de deux articulations secondaires en tachlhit. Notre analyse de la base de données PHOIBLE, qui comprend les inventaires phonémiques de 2 177 langues, a révélé que le tachlhit appartient aux langues très rares (0,4 %) qui possèdent à la fois la labialisation et la pharyngalisation. À cet égard, le tachlhit reflète aussi l'association de la labialisation et de la pharyngalisation à des lieux d'articulation spécifiques, observée dans les langues du monde.

La principale conclusion de l'analyse articulatoire de la labialisation est que les lèvres et la langue contribuent toutes deux au contraste de labialisation en tachlhit. Les preuves articulatoires suggèrent donc que la labialisation dans cette langue n'est pas simplement une labialisation simple ; au contraire, elle peut être classée comme un exemple de labialisation complexe. Un autre résultat clé était que l'action des lèvres et la rétraction de la langue se concentraient près ou au moment de la libération acoustique des consonnes. Cela est en accord avec les descriptions de Ladefoged et Maddieson (1996), qui ont également rapporté une relation temporelle asynchrone entre le geste labial et le geste dorsal.

La portée de la labialisation a été explorée en analysant les différences entre les occlusives vélares labialisées et simples dans quatre types de séquences : $V\underline{C}V$, $V\underline{C}C\underline{V}$, $V\underline{C}C\underline{C}V$ et $V\underline{C}C\underline{C}C\underline{V}$. L'analyse de la labialisation à travers ces séquences a montré que le schéma d'une ouverture labiale plus petite et d'une rétraction de la langue dans les vélares est également systématique à travers les types de séquences. La figure 13 résume l'étendue temporelle des différences d'ouverture labiale et de la rétraction du corps de la langue. Comme pour l'analyse des logatomes, les différences d'ouverture labiale se produisent systématiquement avant les différences de recul de la langue, et ce schéma était cohérent dans tous les types de séquences. Fait intéressant, bien que l'étendue du recul de la langue soit généralement limitée aux segments immédiatement adjacents aux cibles dorsales, l'étendue des modifications de l'ouverture labiale était légèrement plus large, s'étendant à tous les segments précédents (bien que seulement à certaines parties de ces voyelles).

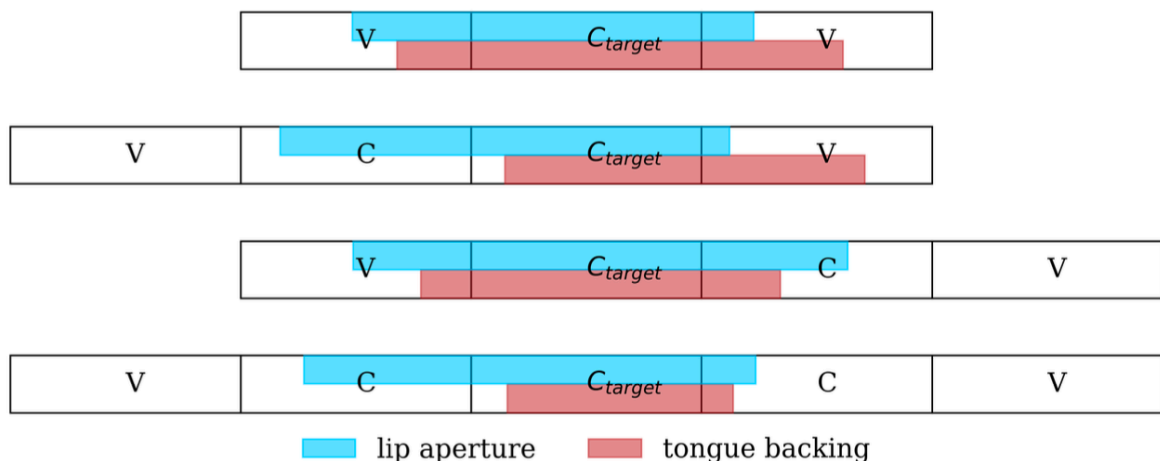


Figure 13. Étendue temporelle des modifications de l'ouverture des lèvres (bleu) et de la rétraction du corps de la langue (rouge) pour les consonnes labialisées à travers les quatre types de séquences. Les plages temporelles sont extraites des estimations de trajectoire agrégées.

Un résultat important sur le plan acoustique est que l'effet de la labialisation sur le F2 est limité aux voyelles immédiatement en contact avec les dorsales labialisées. Cet aspect est illustré par la figure 14. Par ailleurs, l'effet sur F2 concerne aussi les schwas intrusifs qui apparaissent entre consonnes, même si vocoïdes ne sont pas des voyelles, mais résultent automatiquement de la manière dont les gestes articulatoires des consonnes sont coordonnés. Un autre résultat intéressant est que la labialisation n'affectait pas les formants de la voyelle [u]. Cela peut être attribué au fait qu'en tachlhit, les consonnes labialisées et [u] ne coexistent pas naturellement dans le même radical de mot (Bensoukas, 2014), suggérant que les locuteurs ont pu produire des séquences [uCu] au lieu de [uC^wu]. Une autre explication peut être dérivée d'un point de vue purement phonétique. La voyelle [u] présente un arrondissement des lèvres et une position postérieure de la langue, qui sont cohérentes avec les caractéristiques articulatoires et acoustiques de la labialisation. Cela est pertinent car il est

bien documenté que les vélaires ont tendance à coarticuler avec les voyelles suivantes, conduisant naturellement à ces effets.

La caractéristique articulatoire la plus distincte de la pharyngalisation était l'abaissement du milieu et, en particulier, du corps de la langue. Comme illustré dans la figure 14, cet abaissement n'était pas limité aux coronales et aux segments qui leur sont immédiatement adjacents. Au contraire, il s'étendait à des domaines plus larges, que les segments intermédiaires soient des voyelles ou des consonnes. Cependant, l'abaissement du corps de la langue peut être interrompu dans [i] et [g]. L'analyse de la paire [ibd^sgas - ibdgas] a clairement montré que l'abaissement du corps de la langue continue à des distances plus grandes, bien qu'il soit interrompu dans [g]. Ce résultat fournit une preuve claire à l'affirmation que la propagation de la pharyngalisation en tachlhit peut potentiellement englober jusqu'à l'ensemble du mot.

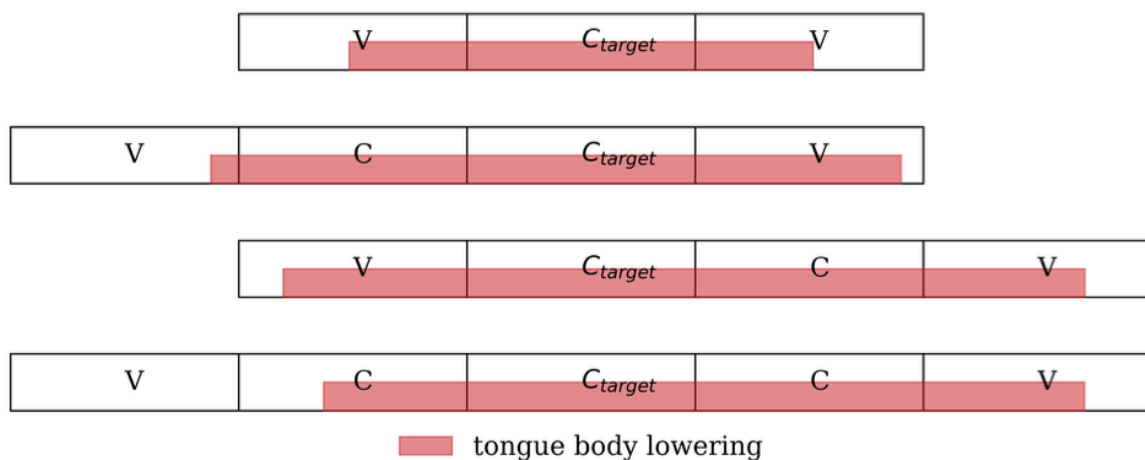


Figure 14. Étendue temporelle de l'abaissement du corps de la langue (rouge) pour les consonnes pharyngalisées à travers les types de séquences VCV, VCCV, VCCV et VCCCV. Les plages temporelles sont extraites des estimations de trajectoire agrégées.

En supposant qu'il y a une relation étroite entre les représentations phonétiques et phonologiques, et en supposant que cette relation devrait se refléter dans la théorie phonologique, les caractéristiques phonétiques des dorsales labialisées du tachlhit sont mieux saisies en incorporant à la fois le composant labial et la rétraction de la langue. Une représentation en géométrie des traits peut incorporer de manière similaire une spécification du trait [back], comme le montre la figure 15.

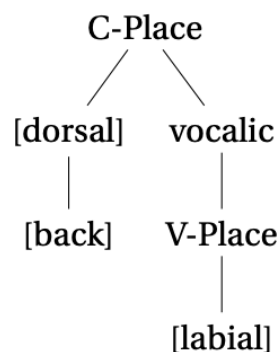


Figure 15. Représentation géométrique des dorsales labialisées.

Pour modéliser ces effets et la portée de la labialisation dans un graphe de couplage (voir la figure 16), à travers tous les contextes et types de sons, il est supposé que LAB^w est en in-phase avec la consonne cible (lignes pleines), et que le geste de rétraction du corps de la langue est couplé en anti-phase avec le geste de labialisation, c'est-à-dire, le principal geste d'articulation secondaire en relation de désynchronisation.

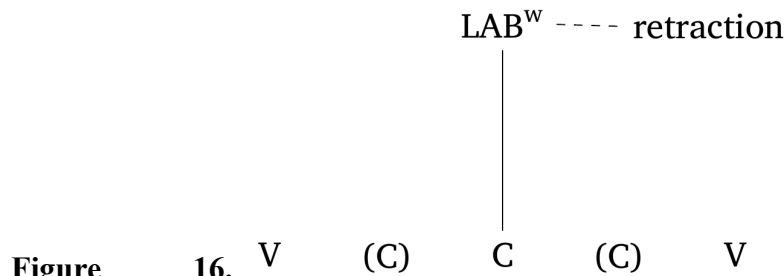


Figure 16. Relations de couplage pour la labialisation en tachlhit. Les lignes pleines représentent un couplage en in-phase, tandis que les lignes pointillées représentent un couplage en anti-phase.

La figure 17 tente de capturer les observations phonétiques de nos analyses sur le contraste de pharyngalisation, où le lieu principal des coronales pharyngalisées est spécifié sous le nœud C, et le nœud V implique la position abaissée et probablement plus reculée du corps de la langue, ainsi que le trait [pharyngal].

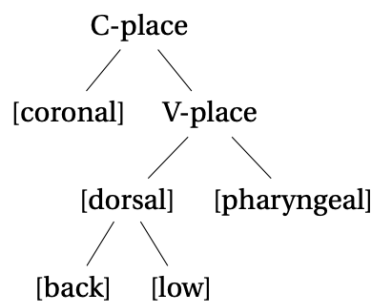


Figure 17. Représentation géométrique des coronales pharyngalisées.

Pour modéliser l'effet de la pharyngalisation, qui s'étend aux voyelles même si la consonne cible est entourée par deux consonnes intermédiaires, une relation de couplage supplémentaire est nécessaire pour expliquer cette étendue (contrairement à la labialisation). Ainsi, une relation de couplage en anti-phase supplémentaire est ajoutée avec les voyelles (Figure 18, lignes pointillées).

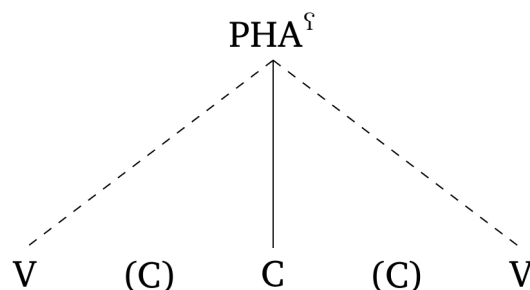


Figure 18. Relations de couplage pour la pharyngalisation en tachlhit. Les lignes pleines représentent un couplage en phase, tandis que les lignes pointillées représentent un couplage en anti-phase.

References

- Ali, Latif Hassan, and R. G. Daniloff. 1972. "A Contrastive Cinefluorographic Investigation of the Articulation of Emphatic - Non Emphatic Cognate Consonants." *Studia Linguistica* 26: 81–105. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9582.1972.tb00589.x>.
- Al-Tamimi, Jalal. 2017. "Revisiting Acoustic Correlates of Pharyngealization in Jordanian and Moroccan Arabic: Implications for Formal Representations." *Laboratory Phonology* 8 (1): 1–28. <https://doi.org/10.5334/labphon.19>.
- Alwabari, Sawsan. 2020. "Phonological and Physiological Constraints on Assimilatory Pharyngealization in Arabic: Ultrasound Study." PhD thesis, University of Ottawa. <http://hdl.handle.net/10393/40302>.
- Bensoukas, Karim. 2014. *Featural Dissimilation in Tashlhit. Avoiding the Repetition of [Labial] and [Round]*. Faculty of Letters and Human Sciences, Rabat.
- Clements, G. N. 2009. "The Role of Features in Phonological Inventories." In *Contemporary Views on Architecture and Representations in Phonology*, edited by Eric Raimy and Charles E. Cairns, 19–68. The MIT Press.
- El Mountassir, Abdallah. 1999. *Initiation Au Tachelhit. Langue Berbère Du Sud Du Maroc*. Langues Mondes L'Asiathèque.
- Embarki, Mohamed, Slim Ouni, Mohamed Yeou, Christian Guillemot, and Sallal Al Maqtari. 2011. "Acoustic and Electromagnetic Articulatory Study of Pharyngealization. Coarticulatory Effects as an Index of Stylistic Regional Variation in Arabic." In *Instrumental Studies in Arabic Phonetics*, edited by Zeki Majeed Hassan and Barry Heselwood, 193–216. John Benjamins Publishing Company.
- Ghazeli, S. 1977. "Back Consonants and Backing Articulation in Arabic." PhD thesis, University of Texas at Austin.
- Hermes, Zaineb. 2018. "The Phonetic Correlates of Pharyngealization and Pharyngealization Spread Patterns in Cairene Arabic an Acoustic and Real-Time Magnetic Resonance Imaging Study." PhD thesis, University of Illinois at Urbana-Champaign. <http://hdl.handle.net/2142/102935>.
- Jongman, Allard, Wendy Herd, Mohammad Al-Masri, Joan Sereno, and Sonja Combet. 2011. "Acoustics and Perception of Emphasis in Urban Jordanian Arabic." *Journal of Phonetics* 39 (1): 85–95. <https://doi.org/10.1016/j.wocn.2010.11.007>.
- Kruschke, John K. 2018. "Rejecting or Accepting Parameter Values in Bayesian Estimation." *Advances in Methods and Practices in Psychological Science* 1 (2): 270–80. <https://doi.org/10.1177/2515245918771304>.
- Ladefoged, Peter, and Ian Maddieson. 1996. *The Sounds of the World's Languages*. Blackwell Publishers.

Lindblom, B., and Ian Maddieson. 1988. "Phonetic Universals in Consonant Systems." In *Languange, Speech, and Mind: Studies in Honour of Victoria A. Fromkin*, edited by Larry M. Hyman and Charles N. Li, 62–78. Routledge.

Ridouane, Rachid. 2016. "Leading Issues in Tashlhiyt Phonology." *Language and Linguistics Compass* 10 (11): 644–60. <https://doi.org/10.1111/lnc3.12211>.

Stonham, John, and Eun-Sook Kim. 2008. "Labialization in Nuuchahnulth." *Journal of the International Phonetic Association* 38 (1): 25–50. <https://doi.org/10.1017/S0025100308003253>.

Trask, R. L. 1996. *A Dictionary of Phonetics and Phonology*. Routledge.

Zeroual, Chakir, John H. Esling, and Philip Hoole. 2011. "EMA, Endoscopic, Ultrasound and Acoustic Study of Two Secondary Articulations in Moroccan Arabic. Labial-velarisation Vs. Emphasis." In *Instrumental Studies in Arabic Phonetics*, edited by Zeki Majeed Hassan and Barry Heselwood, 277–300. John Benjamins Publishing Company.

Articulations secondaires en tachlhit : Articulation et acoustique de la labialisation et de la pharyngalisation

Les articulations secondaires sont des constrictions de moindre degré superposées à une autre constriction primaire plus forte, principalement signalées sur les voyelles environnantes. Le tachlhit, une langue amazighe parlée au Maroc, fait partie des rares langues qui possèdent deux articulations secondaires : la labialisation dans l'ensemble des dorsales et la pharyngalisation dans l'ensemble des coronales. Ces contrastes n'ont pas encore été explorés phonétiquement dans cette langue. Le tachlhit se distingue également par sa forte utilisation de séquences de consonnes, où l'on peut trouver des consonnes avec des articulations secondaires. La question se pose de savoir comment ces articulations se manifestent phonétiquement lorsque l'environnement immédiat du segment pharyngalisé ou labialisé est partiellement ou entièrement occupé par des consonnes. Cette thèse vise à analyser les caractéristiques articulatoires et acoustiques de la labialisation et de la pharyngalisation en tachlhit dans les productions de logatomes et dans les productions de mots contenant diverses séquences. Les données articulatoires recueillies par EMA auprès de six locuteurs, ainsi que les données acoustiques auprès de 35 locuteurs ont été analysées. Les résultats montrent des mécanismes articulatoires distincts pour les deux contrastes, mais qui ciblent tous deux le formant F2 dans les voyelles environnantes en tant que corrélât acoustique primaire. En outre, la labialisation se limite aux segments immédiatement adjacents, tandis que la pharyngalisation s'étend à des domaines plus vastes. Les résultats sont utilisés pour éclairer la représentation phonologique de ces articulations secondaires.

Mots clés : Langues amazighes, tachlhit, articulations secondaires, labialisation, pharyngalisation, articulation, acoustique

Secondary articulations in Tashlhiyt: Articulation and acoustics of labialization and pharyngealization

Secondary articulations are constrictions of a lesser degree superimposed on another stronger primary constriction, that are mostly signaled on surrounding vowels. Tashlhiyt, an Amazigh language spoken in Morocco, belongs to the rare languages that have two contrastive secondary articulations. These are labialization in the set of dorsals and pharyngealization in the set of coronals, that have not yet been explored phonetically in this language. Tashlhiyt is also notable for its strong use of consonant sequences, where also consonants with secondary articulations can occur. The question arises as to how these secondary articulations are phonetically manifested when the immediate segment environment is partly or entirely occupied by consonants. This thesis aims to analyze the articulatory and acoustic characteristics of labialization and pharyngealization in Tashlhiyt in logatome productions and in word productions containing diverse sequences. For this investigation, articulatory data collected via electromagnetic articulography (EMA) from six speakers, as well as acoustic data collected from 35 speakers were analyzed. The results show distinct articulatory mechanisms for labialization and pharyngealization that both target the F2 formant in surrounding vowels as the primary acoustic correlate. In addition, labialization is restricted only to immediately adjacent segments, while pharyngealization extends into larger domains. The findings are used to inform the phonological representation of these secondary articulations.

Keywords: Amazigh languages, Tashlhiyt, secondary articulations, labialization, pharyngealization, articulation, acoustics

Université Sorbonne Nouvelle, École Doctorale 622 - Sciences du Langage,
Maison de la Recherche, 4 rue des Irlandais, 75005 Paris