

## Caractérisation des plosives finales dans des langues d'Asie : une étude multilingue du non relâchement

Thi-Thuy-Hien Tran<sup>1</sup>, Nathalie Vallée<sup>1</sup>, Christophe Savariaux<sup>1</sup>, Inyoung Kim<sup>2</sup>, Sunhee Kim<sup>3</sup>  
(1) Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP\*, GIPSA-lab, 38000 Grenoble, France  
\*Institute of Engineering, Univ. Grenoble Alpes

(2) NAVER LABS Europe (3) College of Education, Seoul National University, South Korea  
thi-thuy-hien.tran@gipsa-lab.fr, nathalie.vallee@gipsa-lab.fr,  
christophe.savariaux@gipsa-lab.fr, inyoung.kim@naverlabs.com, sunhkim@snu.ac.kr

### RÉSUMÉ

---

Cette étude propose de caractériser le non relâchement des plosives finales /p, t, k/ de deux langues d'Asie, tonale (vietnamien) et non tonale (coréen), du point de vue aérodynamique et glottographique. Le comportement glottique (ouverture et fermeture de la glotte, position verticale du larynx) a été examiné en synchronisation avec les valeurs de débits d'air (oral et nasal) pendant les phases de la réalisation consonantique. Les résultats mettent en évidence (1) l'absence de relâchement nasal après l'occlusion de la plosive finale pouvant entraîner une baisse de la pression intraorale, (2) que le larynx s'abaisse systématiquement durant la tenue de la consonne. Cette stratégie de réalisation va dans le sens de notre hypothèse selon laquelle les plosives non relâchées sont produites avec un mécanisme permettant de diminuer la pression intraorale de manière à minimiser le coût articulatoire de la tenue de la closure avec, pour conséquence acoustique, l'absence de burst.

### ABSTRACT

---

#### Characterization of Stop Consonants in Asian Languages: A two-language Study of Unreleased Final Stops

Final stops are often produced without an audible release burst in many Asian languages of different families. This work aims to characterize the production of the final stops /p, t, k/ in two Asian languages, one tonal (Vietnamese) and one non-tonal (Korean), by using aerodynamic and glottographic data. We propose a study on laryngeal behavior (glottal opening and closing, vertical laryngeal position) in synchronization with measurements of simultaneous oral and nasal airflows during consonant production. Our results show that: (1) no nasal release able to reduce the intraoral pressure follows the stop closure; (2) the larynx systematically lowers during the closure phase. This laryngeal gesture is in line with our hypothesis that unreleased stops are produced with a mechanism providing a reduction in intraoral pressure resulting in weaker articulation and no acoustic burst.

**MOTS-CLÉS** : plosives, non relâchement, aérodynamique, EGG, vietnamien, coréen.

**KEYWORDS**: unreleased final stops, aerodynamics, EGG, Vietnamese, Korean.

---

## 1 Introduction

Toutes les langues du monde possèdent sans exception dans leur système phonologique des consonnes occlusives dont certaines constituent la catégorie des plosives. L'articulation de ces dernières est caractérisée par un blocage complet de l'écoulement de l'air au niveau du conduit vocal suivi de son relâchement brusque, générant un bruit court et audible (burst). Dans certaines langues, les plosives

en finale de syllabe peuvent être réalisées sans burst. Bien que cette réalisation dite non relâchée ne crée pas une unité phonologique supplémentaire mais une variante allophonique, elle interroge cependant les capacités auditives et les processus de traitement des unités phonologiques.

Les recherches sur les caractéristiques phonétiques des plosives en position initiale sont abondantes dans la littérature. Celles consacrées aux consonnes finales sont toutefois beaucoup moins nombreuses, sans doute en raison de réalisations similaires entre positions pré et post-vocalique dans de nombreuses langues, au moins au niveau de leur structure acoustique. Cependant les consonnes finales sont, de manière générale, souvent sujettes à la lénition (affaiblissement articulo-acoustique, Kingston 2008). Certains processus de lénition aboutissent par exemple à la perte de voisement pouvant entraîner des neutralisations, c'est-à-dire la fusion de catégories phonologiques, avec parfois pour conséquence une forte restriction de l'inventaire consonantique en position finale. À cet égard, les langues de l'Asie de l'Est et du Sud-Est (entre autres le vietnamien, le thaï, le coréen, le cantonais) sont particulièrement intéressantes. En effet, plusieurs types de consonnes sont effectivement présents en initiale (par ex. la plosive bilabiale sonore /b/ vs sourde /p/ maintenant bien présente dans les emprunts en vietnamien ; sourde /p/ vs sonore /b/ vs aspirée /p<sup>h</sup>/ en thaï ; ou encore lenis /p/ vs fortis /p\*/ vs aspirée /p<sup>h</sup>/ en coréen). Que ces langues soient tonales ou pas et quelle que soit leur famille linguistique, les oppositions phonologiques entre plosives bilabiales citées ci-dessus, que l'on retrouve en position initiale de syllabe, sont neutralisées et réalisées sous une seule forme [p'] en finale, décrite non voisée et non relâchée. Cette observation pose les questions suivantes : (1) Quels éléments physiques, articulo-acoustiques, caractérisent ces consonnes non relâchées ? (2) Quel est le lien entre les étages glottique et supra-glottique dans la mesure où le non relâchement accompagne la perte du voisement ? (3) Le non relâchement peut-il être associé à une fuite nasale accompagnant la fermeture du conduit oral qui entrainerait une baisse de la pression intrabuccale ? Ce dernier phénomène est relevé par Ladefoged et Maddieson (1996 : 129) « (...) *nasal release occurs in some of the languages which are usually described as having unreleased final stops. A good example is Vietnamese. In this language, word-final stops are usually released, but the release is by lowering the velum while the oral closure is maintained, so that a short voiceless nasal is produced* ». À notre connaissance, seules quelques études ont porté sur le comportement glottique des plosives sourdes non relâchées en finale de syllabe dans les langues de l'Asie de l'Est et du Sud-Est. Ces études aboutissent à des résultats différents quant à la présence ou non de phénomènes de glottalisation accompagnant la production de ces consonnes. Iwata et collègues (1990) ont attesté la présence d'un geste de renforcement (adduction) des bandes ventriculaires et des replis ary-épiglottiques juste après la fermeture orale des plosives en cantonais et en thaï. Le même comportement a été observé pour le taiwanais et le haka, un dialecte chinois (Edmondson et al., 2011). En coréen, il a été relevé qu'un très faible degré d'ouverture de la glotte accompagnait les plosives finales (Iwata et al., 1990). Quant au vietnamien de Hanoi, Michaud (2004) a montré que /p, t, k/ ne sont pas glottalisés en finale et qu'un accolement des plis vocaux fermant la glotte n'est pas observé. Cependant, Edmondson et collègues (2010) ont relevé une importante variabilité au niveau glottique en fonction de dialectes du vietnamien. Notons que ces études sur des langues ou dialectes différents n'ont pas procédé avec les mêmes protocoles expérimentaux (utilisant l'électroglottographie (EGG), la fibroscopie ou la laryngoscopie) et n'ont pas examiné et mesuré les mêmes paramètres physiques.

## 2 Objectifs et hypothèses

Notre travail vise à réexaminer le **comportement glottique** *simultanément* avec le timing de **l'écoulement d'air nasal**, lors de la réalisation des plosives sourdes. Deux langues sont sélectionnées pour le présent travail. Le vietnamien a le type de structure syllabique dominant CVC et possède un système tonal. C'est une langue monosyllabique sur le plan phonologique et en partie polysyllabique

sur le plan lexical (Tran et al., 2019). Le coréen, langue non tonale, majoritairement polysyllabique, possède des syllabes de structure V, CV, VC, CVC (Iwata et al, 1990). Dans ces deux langues, les consonnes /p, t, k/ sont les seules plosives permises en finale de syllabe et les coda branchantes sont illicites. Notre étude cherche à tester les deux hypothèses suivantes. (H1) La syllabe à plosive finale est suivie par un relâchement nasal, observation faite par Ladefoged et Maddieson (1996). L'examen de cette hypothèse devra s'appuyer sur les données concernant le débit d'air nasal. La production d'une plosive nécessite que le port vélo-pharyngé soit fermé (velum relevé) durant l'obstruction buccale pour que la pression intra-orale atteigne un niveau suffisant afin de générer un relâchement audible (Ohala, 1975). S'il y a relâchement nasal, soit par affaiblissement articuloire, soit provoqué par un mécanisme laryngé ayant pour effet de diminuer la pression intrabuccale, l'abaissement du velum devra avoir lieu après la fermeture orale. (H2) Le larynx s'abaisse pendant l'occlusion de la plosive finale. Pour vérifier cette hypothèse, il s'agira de mesurer l'ouverture et la fermeture des plis vocaux, couplés à une détermination de la position verticale du larynx (PVL). Il a effectivement été montré que la PVL a le pouvoir d'influencer les propriétés acoustiques du signal de parole ainsi que les caractéristiques physiologiques de sa production (Guzman et al., 2013). La PVL décroît systématiquement lors de la production d'une consonne sourde alors que les consonnes voisées et les voyelles sont produites avec une PVL haute (Shipp et al., 1987). Nous faisons l'hypothèse complémentaire que, dans le cas d'une consonne sourde non relâchée, la PVL devrait s'abaisser davantage que ce qui est observé pour les plosives avec burst. Si un tel phénomène est observé ici, il devrait contribuer à valider la baisse de pression intra-orale qui faciliterait la production des plosives non relâchées. Plusieurs études antérieures montrent que l'articulation d'une consonne est influencée par la position qu'elle occupe dans la syllabe (parmi d'autres Keating et al., 1999). Il s'agit aussi dans ce travail d'examiner les caractéristiques du flux d'air et les mécanismes laryngés en regard de la réalisation acoustique de ces consonnes en comparant leur production lorsqu'elles sont en finale de syllabe vs finale de mot. Il a été montré effectivement que le type de frontière syllabique (CVC#CVC vs CVC.CVC) influence la réalisation acoustique des consonnes en coda (Tran et al., 2019).

### 3 Méthodologie

#### 3.1 Matériel

Les données aérodynamiques et glottographiques ont été obtenues simultanément, via le logiciel Phonedit, avec le dispositif EVA2™ (Evaluation Vocale Assistée, Société SQLab) (Ghio et Teston, 2002). Nous avons relevé simultanément les paramètres aérodynamiques (débits d'air oral et nasal) en fonction des mouvements des articulateurs ainsi que leurs corrélations avec le signal de la parole. Les oscillations des plis vocaux (mouvements d'ouverture et de fermeture de la glotte) et la position verticale du larynx (PVL) ont été enregistrées par électroglottographie (matériel EGG EG2-PCX2 avec larynx tracking, Glottal Enterprises Inc), à l'aide de deux électrodes placées de part et d'autre du larynx, le tout en synchronisation avec les mesures des débits d'air.

#### 3.2 Corpus

Pour chaque langue, deux types de mots, monosyllabiques CVC<sub>2#</sub> avec C<sub>2</sub> = /p, t, k/ et composés dissyllabiques CVC<sub>2</sub>.CVC (avec syllabe CVC<sub>2</sub> identique pour les deux types), ont été sélectionnés dans le lexique en fonction de plusieurs paramètres : ton (selon la langue), voisement de la consonne suivante, noyau vocalique. Les mots cibles étaient ensuite insérés dans une phrase porteuse élaborée pour faciliter la segmentation des paramètres acoustiques des plosives sourdes et neutraliser au mieux des effets de contexte, au niveau segmental comme suprasegmental. Ainsi, pour le vietnamien, les

syllabes cibles CVC<sub>2</sub> ont été choisies telles que V = /a/, ton = montant D1 (*sác*). Ce ton ne comporte pas de glottalisation dans le parler du Nord (Michaud, 2004). La deuxième syllabe des mots composés était sous un ton du registre soit haut soit bas. La syllabe après la syllabe cible (correspondant au mot suivant de la phrase porteuse ou à la syllabe 2 du mot composé) commençait par une consonne voisée.

Le choix d'un contexte environnant neutre qui favorise la segmentation acoustique des plosives finales en coréen est moins évident du fait que cette langue ne possède aucune plosive voisée dans son système phonologique. Quelques éléments sonores disponibles (nasales, glides, liquides) sont inadaptés à la position du segment qui suit immédiatement les plosives cibles. Les nasales /m, n, ŋ/ sont écartées pour éviter l'anticipation de l'abaissement du velum durant la réalisation des plosives (processus systématique bien connu dans cette langue, comme /sok.nɛ/ *intention caché* > [soŋ.nɛ]). Les glides /w, j, ɰ/ subissent la resyllabification qui transforme /p, t, k/ en attaque de la syllabe suivante. Quant aux liquides [l] et [r] qui sont en distribution complémentaire de /l/ dans cette langue (Sung, 2005), si /l/ suit une plosive en intersyllabique, toute la séquence plosive-liquide se réalisera comme une suite de deux nasales (ex. /tɛap.lju/ *personnes vulgaires* > [tɛam.nju]). Aucun élément voisé n'est donc possible pour le segment qui suit les consonnes cibles en coréen. Nous avons par conséquent opté pour une fricative disponible dans le système (/s/ ou /h/), certes, qui est sourde, mais qui permet au moins de segmenter, même en cas de non relâchement des plosives, la partie du silence (occlusion) de la partie de la turbulence (friction). La fricative /h/ n'est pas adéquate car /p, t, k/ lenis deviendront attaques (resyllabification) et se réaliseront respectivement /p<sup>h</sup>, t<sup>h</sup>, k<sup>h</sup>/ aspirés. Avec ces différentes contraintes phonologiques et phonotactiques, la fricative /s/ est le dernier candidat possible pour le segment suivant les plosives cibles en coréen. Bien que plusieurs critères soient contrôlés, nous sommes conscients que ce choix très restreint de /s/ pourrait faire émerger certains phénomènes de coarticulation avec les plosives cibles. Faute de trouver suffisamment de mots répondant à nos critères dans le lexique du coréen, nous avons élargi le corpus en ajoutant une deuxième voyelle (/i/) pour cette langue.

Au total, 36 mots vietnamiens (12 monosyllabes (4\*/p/, 4\*/t/, 4\*/k/) et 24 composés dont la seconde syllabe est sous 2 contextes tonals), 34 mots du coréen (17 monosyllabes (5\*/p/, 5\*/t/, 7\*/k/) et 17 composés) ont été sélectionnés pour les deux corpus. Ils ont ensuite été insérés dans de courtes phrases porteuses : en vietnamien [dǎj la tu \_ dǎj] (*Voici le mot ...*) et en coréen [jʌ.ki.sʌ \_ sak.ʃe.hɛ] (*Supprime le mot ... ici*), chacune répétée trois fois, et mises pour chaque langue en ordre aléatoire. Les locuteurs étaient installés face à un écran de 24 pouces sur lequel étaient présentés les énoncés un par un. Plusieurs pauses étaient insérées au cours des séances d'enregistrement. Le corpus du vietnamien a été enregistré à MICA, Institut Polytechnique de Hanoi (Vietnam) et celui du coréen à SNU, Université nationale de Séoul (Corée du Sud), dans leurs chambres sourdes pendant l'été 2019.

### 3.3 Locuteurs

Vingt locuteurs par langue (10 hommes, 10 femmes) ont été recrutés pour l'expérience. Tous sont natifs de la même variété dialectale (parler du Nord pour le vietnamien, parler standard de Séoul pour le coréen). La moitié des locuteurs recrutés n'est pas ou n'a pas été au contact d'autres langues étrangères contenant des plosives finales relâchées allophoniques (groupe sans L2). L'autre moitié a déjà des expériences linguistiques autres que leur langue maternelle (groupe avec L2). Il a été montré qu'au contact de personnes plurilingues, la parole varie d'une langue à l'autre et implique des ajustements biomécaniques et aérodynamiques au niveau de l'appareil phonatoire (parmi d'autres Wagner & Braun, 2003). Les résultats préliminaires présentés ci-après portent sur les monosyllabes CVC<sub>2#</sub>, produits par 4 sujets par langue (homme vs femme, avec L2 vs sans L2). D'autres stimuli et sujets sont en cours d'analyse.

### 3.4 Mesures et analyses

La segmentation et l'étiquetage des phonèmes cibles ont été manuellement effectués à partir du signal acoustique synchronisé avec les données aérodynamiques. Les mesures des débits et de la trajectoire du larynx ont été extraites avec un logiciel interne du GIPSA-lab (TRAP) développé dans l'environnement Matlab. Les mesures relevées sont les suivantes : (1) valeurs du débit d'air nasal pendant la durée de la plosive cible, (2) valeurs des minima et maxima de la courbe qui représente le déplacement vertical du larynx, d'une part entre le début et la fin acoustique des plosives finales et, d'autre part, entre le début et la fin acoustique des plosives sourdes en initiale de mot. Les mesures du déplacement vertical du larynx ( $\Delta$ PVL) ont été calibrées en divisant l'amplitude du mouvement vertical (Min-Max) mesurée entre le début et la fin acoustique de la plosive par la valeur maximale absolue de la PVL pour l'ensemble des sujets dans chaque langue. Le pourcentage d'abaissement du larynx par rapport à la position maximale absolue du larynx pour chaque langue est donc calculé avec cette formule :  $100 * (\text{Min PVL} - \text{Max PVL}) / \text{Max abs PVL}$ .

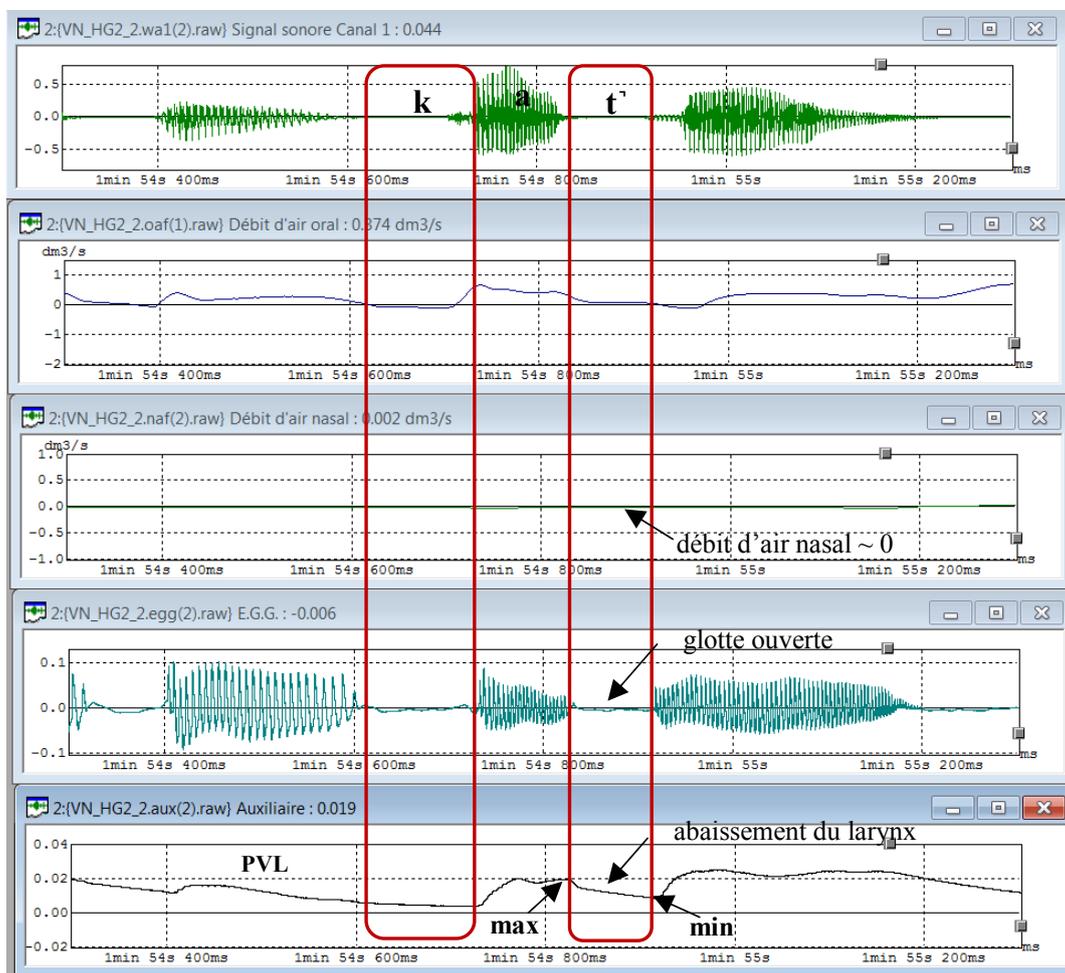


FIGURE 1 : Paramètres mesurés pour le mot /kat/ ('sable') réalisé [kat̚] par un locuteur vietnamien (de haut en bas : signal acoustique, débit d'air oral, débit d'air nasal, signal EGG, déplacement vertical du larynx)

## 4 Résultats

Rappelons que les plosives finales /p, t, k/ en vietnamien et en coréen sont généralement décrites comme non relâchées en raison de l'absence de burst après la phase d'occlusion (entre autres Doan, 1999 ; Kim, 1998). L'analyse acoustique confirme la caractéristique non relâchée de ces plosives

finales en vietnamien déjà remarquée dans les travaux antérieurs (Tran, 2011 ; Tran et al, 2019). Une expertise auditive et visuelle à partir de l'analyse spectrographique du signal de parole n'a montré pour le vietnamien aucune présence de bruit d'explosion lors de la production des plosives finales et ce quel que soit le locuteur. Les productions des consonnes finales sont donc à 100 % non relâchées. Pour le coréen, les réalisations des plosives finales sont moins homogènes. Rappelons que ces consonnes sont suivies de /s/, initiale de la syllabe suivante dans la phrase porteuse. Dans ce contexte, les réalisations de /k/ ont été trouvées avec burst. L'alvéolaire /t/ a été assimilée au mode articulaire de la fricative de même lieu d'articulation. Aucune interruption du signal n'a été constatée pendant la réalisation de cette plosive. Pour tous les locuteurs, /t/ > [s] est relevé. Seule la bilabiale /p/ a été observée sans burst, et ce chez les 3 locuteurs sur 4 analysés à présent. Le sujet KO\_HG, venant de la province de Gumi (dans l'Est du pays), est le seul locuteur qui n'est pas originaire de Séoul parmi les sujets sans L2. Ce locuteur prononce la plupart du temps les plosives finales avec un relâchement bruité. Les résultats présentés ci-après ne prennent donc en compte que les plosives finales effectivement réalisées non relâchées. Dans notre analyse, ont été considérés les monosyllabes suivants : 12 en vietnamien /fap/, /ʔap/, /dap/, /zap/, /kat/, /lat/, /fat/, /nat/, /yak/, /sak/, /ʔak/, /lak/ \* 4 locuteurs (VN\_FE, VN\_HE, VN\_FG, VN\_HG) et 5 en coréen /kap/, /tap/, /pap/, /ip/, /tʃip/ \* 3 locuteurs (KO\_FE, KO\_HE, KO\_FG).

#### 4.1 Débits d'air nasal et oral

Pour aucun locuteur dans chacune des deux langues, la présence d'un débit d'air nasal n'a été observée, quel que soit le lieu d'articulation de la consonne non relâchée et la langue du locuteur (cf. Figure 1). Ce résultat infirme l'observation de Ladefoged et Maddieson (1996) en indiquant clairement que le relâchement nasal n'a pas été utilisé comme mécanisme compensatoire pour faire baisser la pression intra-buccale lors de la réalisation des plosives non relâchées en finale de syllabe. Il est important de préciser que toutes les consonnes cibles ont été réalisées comme des plosives avec obstruction totale de la cavité buccale, donc sans fuite labiale. Ce résultat est validé par le débit d'air oral nul pendant toute la tenue de l'occlusion. La chute du débit d'air oral est observée dès le début de la consonne (cf. Figure 1).

#### 4.2 Déplacement vertical du larynx

Un mouvement systématique d'abaissement du larynx a été relevé pendant toute la durée de la phase d'occlusion des plosives finales non relâchées dans les deux langues, quel que soit le locuteur (homme (H) ou femme (F), étudiant avec L2 (E) ou sans L2 (G)) (cf. Figure 2).

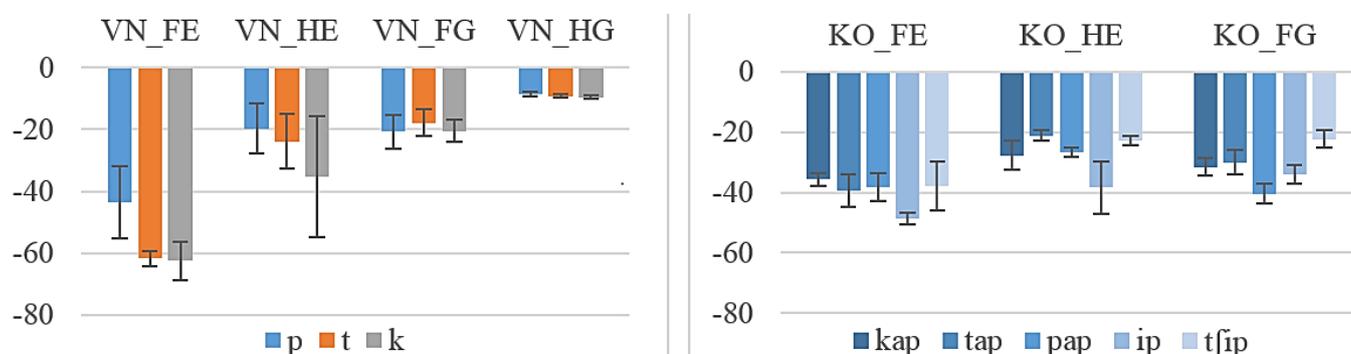


FIGURE 2 : Variation de la descente du larynx ( $\Delta$ PVL) par rapport à la position maximale absolue (exprimée en %), pour les 4 locuteurs vietnamiens et /p, t, k/ à gauche, et les 3 locuteurs coréens pour /p/ à droite.

Pour être en mesure d'observer les effets en inter-sujet, l'amplitude du déplacement vertical du larynx est estimée par rapport au point de référence correspondant spécifiquement à la valeur de la position la plus haute (Max abs PVL) relevée pour l'ensemble des locuteurs d'une langue donnée (maximum absolu). Les mêmes tendances sont observées en intra-sujet si le point de référence correspond à la position la plus haute chez chaque locuteur dans les deux langues. Pour le vietnamien, un abaissement de la PVL plus important est observé chez la locutrice avec L2 (VN\_FE). La valeur maximale absolue relevée chez les 4 sujets vietnamiens appartient à cette locutrice (0.11). En moyenne, un abaissement du larynx de 43.64 % par rapport à cette valeur de référence est observé chez cette locutrice lors de la production de /p/ et encore davantage pendant celles de /t/ et /k/ (61.75 % et 62.53 % respectivement). Concernant le locuteur VN\_HE, il est observé que le larynx s'abaisse moins pour /p/ (19.65 %) et /t/ (23.84 %) que pour /k/ (35.20 %). On relève une grande variation dans les valeurs de  $\Delta$ PVL chez ce locuteur, notamment pour /k/. Pour les deux autres locuteurs (groupe sans L2), le mouvement d'abaissement du larynx est nettement moins important par rapport à la locutrice VN\_FE, et un peu moins par rapport à VN\_HE. On remarque une valeur d'abaissement assez stable entre les 3 plosives finales /p, t, k/, respectivement 20.74 %, 17.86 %, 20.55 % chez la locutrice VN\_FG et 8.37 %, 9.08 %, 9.53 % chez le locuteur VN\_HG. On trouve chez ce dernier l'abaissement vertical du larynx le moins important de tous les locuteurs vietnamiens. Quant au coréen, pour les mots à finale /p/, la valeur maximale de référence est relevée chez la locutrice KO\_FE (0.067). On observe un abaissement du larynx un peu plus important lors de la réalisation de /p/ chez ce sujet (39.90 %) que chez le locuteur KO\_HE (27.34 %) et chez la locutrice sans L2 KO\_FG (31.65 %). En moyenne chez la locutrice KO\_FE, le larynx descend plus pendant la réalisation de la plosive finale du mot /ip/ (48.57 %). La même observation est faite chez le locuteur KO\_HE (38.37 %) pour ce mot. Quant au sujet KO\_FG, le larynx descend davantage pour la plosive finale dans /pap/ (40.37 %) que dans /ip/ (34.04 %).

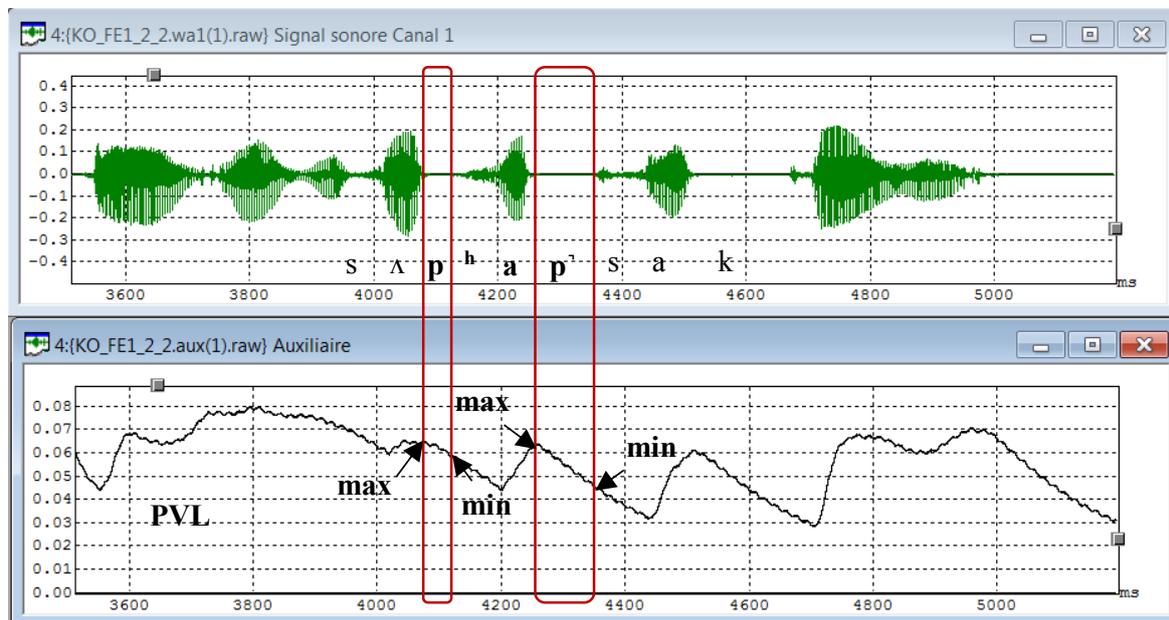


FIGURE 3 : Descente du larynx pendant la réalisation de /p/ (initiale vs finale) du mot /pap/ [pʰapʰ] ici chez la locutrice KO\_FE.

La PVL a aussi été examinée en fonction de la position des plosives dans la syllabe en regard de la réalisation acoustique (avec vs sans burst) en fonction de leur position (initiale vs finale). Les mots /kat/ (vietnamien), /kap/, /tap/, /pap/ (coréen) ont donc été pris en compte dans cette analyse. Un effet de la position de la plosive dans la syllabe sur la PVL a été observé chez la plupart des sujets dans les deux langues. La figure 3 montre l'abaissement du larynx lors de la production de /p/ à la fois en

initiale (max = - 0.064, min = - 0.058) et en finale (max = - 0.056, min = - 0.043) du mot /pap/ par la locutrice coréenne KO\_FE. On observe que le larynx descend davantage comparé au point de référence (0.067) lorsque /p/ se trouve en coda (26.70 %) plutôt qu'en initiale de la syllabe (8.90 %). Il est à préciser que /p/ lenis est réalisé légèrement aspiré en initiale (Hardcastle, 1973). On observe que le larynx descend lors de la production d'une consonne sourde, ce qui est conforme aux résultats de Shipp et al. (1987). Le maximum de la PVL au début de la plosive finale est bien contrasté en raison de la voyelle précédente ([a]). On relève d'ailleurs une remontée du larynx après /s/ pour la réalisation de la voyelle suivante /a/ (cf. Figure 3). Chez les vietnamiens, la différence de valeurs de  $\Delta$ PVL en fonction de la position de la plosive dans le mot /kat/ est clairement observée chez les locuteurs VN\_FE, VN\_HE, VN\_HG où le larynx descend davantage pour /t/ finale que pour /k/ initiale (voir Figure 1). Respectivement, pour ces trois sujets, l'abaissement du larynx en fonction de la position de la plosive (finale vs initiale) est respectivement de 64.01 % vs 24.43 %, 29.10 % vs 10.27 %, 8.67 % vs 4.26 %. Chez le sujet VN\_FG, la différence est peu marquée (17.54 % vs 17.01 %).

## 5 Discussion et conclusion

Ce travail porte sur une étude préliminaire du comportement glottique en synchronisation avec le timing de l'écoulement d'air nasal, lors de la réalisation de /p, t, k/ en vietnamien et en coréen. Les résultats à l'issue de ce travail fournissent des éléments permettant de considérer nos deux hypothèses. Concernant l'hypothèse H1 portant sur la présence d'un débit d'air nasal, nos données montrent que la syllabe à plosive finale n'est jamais suivie d'un relâchement nasal. Ce résultat va donc à l'encontre de ce qui est relevé par Ladefoged et Maddieson (1996) selon lesquels « *the release is by lowering the velum while the oral closure is maintained, so that a short voiceless nasal is produced* ». Aucune fuite nasale n'est observée dans notre étude lors de la production des plosives non relâchées ; le port vélo-pharyngé est donc fermé durant et après l'obstruction buccale. À propos de l'hypothèse H2 portant sur la PVL, il est observé que, quelle que soit la langue étudiée (tonale ou non tonale), quel que soit le sujet (homme ou femme, avec ou sans L2), le larynx descend systématiquement lors de la production des plosives finales sourdes non relâchées. L'abaissement du larynx est d'ailleurs observé pour toutes les consonnes sourdes, comme relevé par Shipp et al (1987). Mais une différence nette de  $\Delta$ PVL est aussi remarquée entre plosive sourde relâchée en initiale et plosive sourde non relâchée en finale pour la plupart des sujets des deux langues : l'abaissement du larynx est plus important pour les plosives finales non relâchées. Ce processus pourrait donc bien être une « manœuvre de compensation » planifiée du non relâchement observé dans ces langues car provoquant, en l'absence de fuite nasale ou labiale, une baisse de la pression intra-buccale. Il reste à vérifier ce résultat statistiquement avec l'ensemble des locuteurs déjà enregistrés et avec des stimuli de type CVC où C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> sont identiques ([pap], [tat], [kak]). Chez l'ensemble de nos locuteurs, l'abaissement du larynx n'est accompagné d'aucun signal EGG, ce qui signifie que la glotte reste ouverte pendant la descente du larynx. Sans que l'on puisse déterminer la position des plis vocaux qui renseignerait sur le degré d'ouverture à la glotte, l'absence de signal EGG indique que ces plosives ne sont pas glottalisées, ce qui confirme les résultats de travaux antérieurs (Iwata et al., 1990 ; Michaud, 2004). Quelle que soit l'expérience linguistique (au contact d'une L2 ou non), les locuteurs vietnamiens produisent les plosives finales sans burst visible sur le signal, en conformité avec notre étude antérieure (Tran, 2011). Il a été montré en effet que lors de l'apprentissage du FLE, même à un niveau avancé bénéficiant de longs contacts avec la langue cible, les vietnamiens conservent toujours le schéma articulatoire de leur langue maternelle qui consiste à ne pas prononcer les plosives finales avec un relâchement audible lorsqu'ils parlent en français. Pour avancer sur les questions soulevées par la présente étude, dans le prolongement de ce travail, une analyse d'autres locuteurs, d'autres mots (composés) et d'une autre langue tonale (le thaï) déjà enregistrés est en cours. Il est aussi prévu de compléter cette étude avec des données acoustiques quantitatives et perceptives déjà récoltées auprès des mêmes locuteurs.

## Remerciements

Cette étude est financée par le projet SCALA (ANR-15-IDEX-02). Nous remercions vivement Alain Ghio, Yohann Meynardier, Nathalie Henrich, Sylvain Geranton, Alain Arnal pour leur aide et assistance précieuse. Grand merci à Yeo Eun Jung, Do Hee Kim, Seo Yoon Lee (SNU) et à Viet-Son Nguyen, Ngoc-Diep Do, Thanh-Hai Tran, Thi-Lan Le (MICA) ainsi que tous les locuteurs qui ont participé aux enregistrements.

## Références

- DOAN T. T. (1999). *Ngữ âm tiếng Việt (Vietnamese Phonetics)*. Hanoi National University Publishing
- EDMONDSON J. A., CHANG C., HUANG J., HSIEH F. & PENG Y. (2010). Reinforcing voiceless stop codas in Taiwanese, Vietnamese and other East and Southeast Asian languages: Laryngoscopic case studies. *Labphon*, 13, Albuquerque, New Mexico.
- EDMONDSON J. A., CHANG Y., HSIEH F. & HUANG H. J. (2011). Reinforcing voiceless finals in Taiwanese and Hakka: Laryngoscopic case studies. In W. S. LEE & E. ZEE, Édts., *Proceedings of the 17th International Congress of Phonetic Sciences*, 627-630, Hong Kong.
- GHIO A. & TESTON B. (2002). Caractéristiques de la dynamique d'un pneumotachographe pour l'étude de la production de la parole : aspects acoustique et aérodynamique. *24èmes Journées d'Etudes sur la Parole (JEP)*, 337-340, Nancy, France.
- GUZMAN M., CASTRO C., TESTART A., MUÑOZ D. & GERHARD J. (2013). Laryngeal and pharyngeal activity during semiocluded vocal tract postures in subjects diagnosed with hyperfunctional dysphonia. *Journal of Voice*, 27(6), 709–716. DOI: [10.1016/j.jvoice.2013.05.007](https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.05.007)
- HARDCASTLE W. J. (1973). Some observations on the Tense-Lax distinction in initial stops in Korean. *Journal of Phonetics*, 1, 263-271. DOI: [10.1016/S0095-4470\(19\)31390-7](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(19)31390-7)
- IWATA R., HIROSE H., NIIMI S., SAWASHIMA M. & HORIGUCHI S. (1990). Syllable final stops in East Asian languages: Southern Chinese, Thai, and Korean. *Proceedings of the 1990 International Conference on Spoken Language Processing*, 621-624, Kobe, Japan.
- KEATING P. A., WRIGHT R. & ZHANG J. (1999). Word-level asymmetries in consonant articulation. *University of California Working Papers in Phonetics*, 97, 157-173.
- KIM H. (1998). A Phonetic Characterization of Release and Nonrelease: The Case of Korean and English. *Language Research*, 34(2), 347-368.
- KINGSTON J. (2008). Lenition. In L. COLANTONI, J. STEELE, Édts., *Selected Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Conference on Laboratory Approaches to Spanish Phonology*, 1-31, Somerville, MA: Cascadilla Press.
- LADEFOGED P. & MADDIESON I. (1996). *The sounds of the world's languages*. Oxford: Blackwell.
- MICHAUD A. (2004). Final consonants and glottalization: New perspectives from Hanoi Vietnamese. *Phonetica*, 61, 119-146. DOI: [10.1159/000082560](https://doi.org/10.1159/000082560)
- OHALA J. J. (1975). A mathematical model of speech aerodynamics. In: G. FANT, Édts., *Speech Communication. Vol. 2: Speech production and synthesis by rule*, 65-72, Stockholm: Almqvist & Wiksell.
- SHIPP T., GUINN L., SUNDBERG J. & TITZE I. R. (1987). Vertical laryngeal position. Research findings and their relationship to singing. *Journal of Voice*, 1(3), 220-222.
- SUNG E.-K. (2005). Perception of Flaps in American English and Korean, *Proceedings of the 4th International Symposium on Bilingualism*, 2197-2221. Somerville, MA: Cascadilla Press.
- TRAN T. T. H. (2011). *Processus d'acquisition des clusters et autres séquences de consonnes en langue seconde : de l'analyse acoustico-perceptive des séquences consonantiques du vietnamien à l'analyse de la perception et production des clusters du français par des apprenants vietnamiens du FLE*. Thèse de Doctorat, Université de Grenoble.
- TRAN T. T. H., VALLÉE N. & GRANJON L. (2019). Effects of word position on the acoustic realization of Vietnamese final consonants. *Phonetica*, 76 (1), 1-30, Karger. DOI: [10.1159/000485103](https://doi.org/10.1159/000485103)
- WAGNER A. & BRAUN A. (2003). Is voice quality language-dependent? Acoustic analyses based on speakers of three different languages. *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences*, 6, 651-654, Barcelona, Spain.