

# Syllabe CVC et cycle mandibulaire : une étude articulatoire des asymétries. Le cas du vietnamien

Thi Thuy Hien Tran, Nathalie Vallée, Silvain Gerber

GIPSA-lab, Département Parole et Cognition, UMR 5216

CNRS – Université Grenoble Alpes, BP 25, 38040 Grenoble Cedex 9, France

thi-thuy-hien.tran@gipsa-lab.grenoble-inp.fr, nathalie.vallee@gipsa-lab.grenoble-inp.fr, silvain.gerber@gipsa-lab.grenoble-inp.fr

## RESUME

---

Cette étude se situe dans le cadre d'un projet qui tente d'établir le lien entre asymétries phonétique et phonologique de la syllabe, plus spécifiquement le lien entre caractéristiques du geste mandibulaire et MOP, *Maximum Onset Principle*, principe phonologique empirique qui affecte les segments consonantiques à la position initiale de syllabe plutôt que finale. Plusieurs travaux antérieurs sur l'anglais américain ont montré l'existence d'asymétries au niveau des phases du cycle mandibulaire qui pourraient expliquer certaines tendances des structures syllabiques et notamment la structure canonique CV (plutôt que VC). Dans ce projet, une première étude sur le français a confirmé un patron d'asymétries mais inverse à celui trouvé pour l'anglais. Nous présentons les premiers résultats obtenus pour le vietnamien. Les résultats sont discutés dans deux cadres théoriques, *Frame/Content Theory* et *Articulatory Phonology*, le premier attribuant un rôle fondamental au geste mandibulaire dans la phonologie de la syllabe, le second ne lui concédant qu'un rôle secondaire.

## ABSTRACT

---

**CVC syllable and jaw cycle: an articulatory study of asymmetries. The case of Vietnamese.**

The present paper is part of a project that tries to establish the link between phonological and phonetic asymmetries in syllable structures and more specifically the relationship between characteristics of jaw cycle and the MOP, *Maximum Onset Principle*, an empirical principle that affects consonantal segments to onset position rather than to coda position. Several previous works on American English have shown evidence of asymmetries within the jaw cycle, which could explain some syllabic structure tendencies, whereas a previous study on French showed a reverse asymmetrical pattern of jaw oscillation. We present here preliminary results on Vietnamese that we discuss in two theoretical frameworks namely *Frame/Content Theory* and *Articulatory Phonology*: the first one gives a fundamental role to the jaw in the shape of speech production, whereas the latter assigns a secondary role to the jaw in syllable phonology.

**MOTS-CLES :** Syllabe CVC, cycle mandibulaire, asymétries, vietnamien

**KEYWORDS:** CVC syllable, jaw cycle, asymmetries, Vietnamese

## 1 Introduction

The *Maximum Onset Principle* ou MOP est un principe empirique de syllabation qui place les consonnes en attaque de syllabe, position antéposée au noyau vocalique, plutôt qu'en position de coda, postposée au noyau vocalique (Kahn, 1976 ; Selkirk, 1982 ; Clements & Keyser, 1983 ;

Goldsmith, 1990 ; Blevins, 1995). Si bon nombre de travaux même expérimentaux en linguistique, psycholinguistique, traitement automatique des langues ont utilisé et utilisent le MOP, la question de sa nature est toujours en suspens.

La théorie *Frame/Content* (F/C) (MacNeilage, 1998, 2008) postule que la succession consonne-voyelle caractéristique de la syllabe canonique universelle CV est directement produite par le geste d'oscillation de la mandibule : une consonne est produite lorsque la mandibule est en position haute alors que la voyelle est réalisée lorsque la mandibule est en position basse. Le fondement de cette théorie selon laquelle une syllabe s'inscrit dans un cycle mandibulaire pourrait expliquer la nature du MOP qui favorise les structures syllabiques asymétriques. Cependant, la théorie F/C ne permet pas d'expliquer le caractère universel de la structure CV par rapport à la combinaison inverse VC, qui concerne moins de 5 % des syllabes des langues du monde (Rousset, 2004), et dont la structure s'insère tout aussi bien dans un cycle mandibulaire.

Une piste d'explication sur la nature du MOP pourrait résider dans les résultats des travaux de Kelso *et al.* (1985), Gracco (1994), Redford (1999) ou encore Redford & Donkelaar (2008) qui ont montré l'existence d'asymétries entre les deux phases du cycle de l'oscillation mandibulaire : la phase de remontée (fermeture) est observée plus rapide, plus courte, moins ample, plus raide (*stiffness*) que la phase d'abaissement (ouverture). Ces deux phases relèveraient directement des propriétés biomécaniques de la mandibule et auraient un impact sur l'articulation des segments dans les séquences sonores (successions de consonnes et voyelles). Le patron asymétrique du timing de l'oscillation mandibulaire trouvé dans ces travaux sur l'anglais américain pourrait rendre compte du MOP par le fait qu'il y aurait plus de délai temporel pour l'articulation des segments consonantiques lors de la phase d'ouverture que lors de la phase de fermeture. Ainsi, les phases asymétriques, si elles étaient vérifiées dans d'autres langues, pourraient expliquer plusieurs grandes tendances observées dans les langues du monde, les deux premières attribuées généralement au MOP : (1) la syllabe canonique universelle CV alors que la structure inverse VC est rare, (2) les clusters bien plus fréquents en attaque de syllabe, (3) la présence de consonnes avec articulation complexe (glottalisées, prénasalisées, labialisées, aspirées, clicks et autres occlusives doubles, etc.) en position pré-vocalique plutôt que post-vocalique, (4) une homorganicité du noyau vocalique trouvée plus fréquente avec la consonne en coda qu'avec la consonne en attaque (Vallée *et al.*, 2009).

Cependant, une étude récente menée sur le français a mis en évidence au niveau du cycle mandibulaire, lors de la production de séquences CV.CVL.CVC (C= {/t/, /s/}, V=/a/, L=/l/), un patron d'asymétrie inverse à celui trouvé dans les études antérieures (voir plus haut) avec une phase d'ouverture plus courte, plus rapide et moins ample que la phase de fermeture (Vallée *et al.*, 2014, 2015). Ce patron a été trouvé chez tous les locuteurs quel que soit le type de structure syllabique et quelle que soit la position de la syllabe dans la séquence, ainsi que dans la production de séquences VV (/aiaiaiaia/).

Le français est une langue qui présente majoritairement des structures syllabiques ouvertes (73 % dont 54 % de CV et 8 % de V), les structures fermées représentant 26 % des syllabes (Vallée *et al.*, 2001). Nous proposons ici d'étudier les caractéristiques du geste d'oscillation mandibulaire en vietnamien, langue austro-asiatique, isolante, tonale, monosyllabique sur le plan phonologique et de structures syllabiques majoritairement fermées (74.12 % dont 69.47 % de CVC) (Tran, 2011, p. 75). Le patron syllabique communément admis pour le vietnamien est C<sub>1</sub>(w)V(C<sub>2</sub>) avec, entre parenthèses, les éléments facultatifs (Doan, 1999). Le noyau des syllabes à attaque vide est toujours précédé d'une occlusive glottale. C'est une langue qui connaît une forte restriction de son inventaire consonantique en coda : à part les deux semi-consonnes /w j/, seules six consonnes sur vingt-trois sont admises dans cette position (/p t k m n ŋ/), dont /p/ jamais en attaque de syllabe. Au niveau syntactique, le vietnamien ne connaît pas de processus de resyllabation relevant du fait qu'épisions,

enchaînements ou liaisons ne peuvent se produire en raison de la constitution et de la nature de la syllabe (Cao, 1985).

Dans la présente étude, les résultats obtenus sont discutés dans le contexte de la théorie Frame/Content selon laquelle l'origine de l'organisation syllabique de la parole est la caractéristique du cycle mandibulaire, mais aussi dans le cadre de la Phonologie Articulatoire (Browman & Goldstein, 1988, 1995, 2000) qui n'attribue à la mandibule qu'un rôle secondaire du fait qu'elle est porteur d'autres articulateurs (lèvre inférieure, langue) et n'aurait donc pas d'action directe pour la production de la parole. La Phonologie Articulatoire explique la prédominance de la structure CV par les caractéristiques phonétiques des consonnes et des voyelles impliquées dans la séquence dont les gestes respectifs sont produits en phase lorsque la consonne est pré-vocalique, alors qu'un geste consonantique post-vocalique est observé moins dépendant du geste vocalique et demande une coordination motrice plus complexe. La coordination naturellement en phase attaque-noyau donne plus de stabilité articulatoire à une structure CV (Browman & Goldstein, 1995) lui conférant sa caractéristique universelle et ce dès l'émergence de la parole (Goldstein, Byrd & Saltzman, 2006 ; Whalen, Giulivi, Goldstein, Nam & Levitt, 2011).

## 2 Procédure et méthode

### 2.1 Matériel

Les mouvements des articulateurs – mâchoire, langue, lèvres – ont été mesurés avec le système d'articulographie électromagnétique (EMA) AG2000 de la société Cartens grâce auquel il a été procédé à l'acquisition en 2D, à une fréquence de 200 Hz, de 5 bobines collées sur les articulateurs (mâchoire, lèvre inférieure, lèvre supérieure, apex et dos de la langue) et 2 bobines collées sur le plan de référence médio-sagittal du sujet afin de corriger les mouvements de la tête. Le signal acoustique de parole a été enregistré avec un enregistreur numérique stéréo PMD 670 de Marantz, micro directionnel C1000S d'AKG et numérisé à 44.1 KHz.

### 2.2 Corpus et participants

Le corpus vietnamien est constitué de logatomes de structures  $C_1V$ ,  $/ʔVC_2$ ,  $C_1VC_2$  avec  $C_1 = /b d p s t z/$ ,  $V = /a i/$ ,  $C_2 = /p t/$ , ton modal montant B1-D1 *sác*. Un autre corpus de 22 phrases contenant chacune des mots (simples ou composés) complète ces données, ainsi que la répétition d'un enchaînement des 2 voyelles */aiaiaiaia/*. Des critères identiques pour  $C_1$ ,  $V$ ,  $C_2$  et le ton ont été appliqués pour les mots simples et les premières syllabes de mots composés. Concernant la deuxième syllabe des mots composés  $C_1VC_2.C_3VC_4$ , nous avons neutralisé le ton (même ton *sác*) et contrôlé la sonorité de  $C_3$ , attaque de la deuxième syllabe. La séquence */aiaiaiaia/* a été enregistrée dans le but d'observer l'oscillation mandibulaire sans geste consonantique. Cinq locutrices natives du vietnamien de Hanoi ( $L_1$  à  $L_5$ ), âgées de 20 à 35 ans, ont participé à l'expérience. Les logatomes et phrases leur ont été présentés sous forme orthographe et enregistrés dans deux sessions à part. Les répétitions des logatomes comme des phrases ont été présentées dans un ordre aléatoire. Les résultats préliminaires présentés ci-après portent sur 5 répétitions des 12 logatomes de structure  $C/a/C$ , prononcés à un débit normal d'élocution : */bap/*, */bat/*, */dap/*, */dat/*, */pap/*, */pat/*, */sap/*, */sat/*, */tap/*, */tat/*, */zap/*, */zat/*. D'autres stimuli sont en cours d'analyse.

### 2.3 Mesures et analyses

Nous avons effectué, à l'heure actuelle, les mesures sur le mouvement de la mandibule. À partir de la segmentation semi-automatique avec EasyAlign et Praat, les séquences ont été extraites et

étiquetées avec un logiciel interne (TRAP) développé sous Matlab au GIPSA-lab par C. Savariaux. Sur les trajectoires des déplacements des différentes bobines ont été repérés automatiquement les minima et maxima à partir des passages par zéro de la courbe de vitesse de chacun des articulateurs. Les mesures effectuées sont les suivantes : (1) durée des phases d'abaissement (ouverture) et de remontée (fermeture) de la mandibule mesurées à partir des maxima d'ouverture et de fermeture qui correspondent aux points de passage par zéro de la courbe de vitesse ; (2) pic de vitesse et vitesse moyenne de chacune des phases ; (3) amplitude de chaque phase, qui correspond au déplacement vertical de la mandibule, estimée entre les maxima d'ouverture et de fermeture.

Nous souhaitons étudier les variations des variables réponses (durée, vitesse et amplitude de chacune des phases du cycle mandibulaire) et l'influence de deux facteurs sur celles-ci : phase (deux modalités) et logatome (douze modalités). Notre protocole ayant permis de recueillir plusieurs valeurs de variable réponse pour un même sujet, il ne nous garantit donc pas l'indépendance des observations. Notre choix s'est porté sur le modèle linéaire à effets mixtes et pour permettre de respecter l'hypothèse selon laquelle les résidus suivent une loi normale (condition d'application des modèles mixtes), nous avons choisi de transformer la variable réponse en son logarithme comme ce qui a été fait pour les données du français (Vallée *et al.*, 2014). Pour analyser la différence entre les deux modalités (phases d'ouverture et fermeture), à l'intérieur de chaque modalité type syllabique, nous appliquons la méthode de Hothorn, Bertz et Westfall (2008) qui permet de réaliser des comparaisons multiples de moyennes avec le modèle mixte en garantissant également que le risque de première espèce lié à la prise simultanée de toutes les décisions ne dépasse pas le seuil fixé à l'avance à 5 % en ajustant les p-values. La méthode a été appliquée aux données avec la fonction *glht* du package *multcomp* du logiciel R ainsi que la fonction *lsmeans* du package *lsmeans*.

## 3 Résultats

### 3.1 Durée

Globalement, les comparaisons multiples des durées moyennes entre phase d'ouverture et phase de fermeture pour chacun des cycles mandibulaires relevés dans les 12 logatomes montrent des différences significatives entre les deux phases chez tous les sujets, avec une fermeture plus longue que l'ouverture (Table 1, Figures 1 et 2).

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
F - O   bap	0.3106	0.0419	7.4146	< 0.001
F - O   bat	0.2249	0.0419	5.3706	< 0.001
F - O   dap	0.3295	0.0428	7.7014	< 0.001
F - O   dat	0.3449	0.0419	8.2347	< 0.001
F - O   pap	0.3604	0.0419	8.6033	< 0.001
F - O   pat	0.2147	0.0419	5.1258	< 0.001
F - O   sap	0.3205	0.0419	7.6514	< 0.001
F - O   sat	0.259	0.0419	6.1838	< 0.001
F - O   tap	0.297	0.0428	6.9414	< 0.001
F - O   tat	0.2887	0.0428	6.7469	< 0.001
F - O   zap	0.3166	0.0428	7.3987	< 0.001
F - O   zat	0.3416	0.0428	7.9836	< 0.001

TABLE 1 – Estimations ponctuelles des différences de moyennes de durée (log) entre phase de fermeture (F) et phase d'ouverture (O) pour les cycles mandibulaires des 12 logatomes avec écart-type des différences, valeur de la statistique et p-value (hypothèse du test : F-O = 0).

La figure 2 comporte les valeurs des comparaisons multiples entre les différents types de cycles

mandibulaires (lignes horizontales), le point indiquant l'estimation ponctuelle de la différence et les parenthèses, les bornes de l'intervalle de confiance à 95 %. Tous les intervalles de confiance ne contiennent pas la valeur 0 indiquant une différence significative. En effet, la figure 1 montre que la durée de la phase de fermeture est largement supérieure à celle d'ouverture. Si on observe plus en détail, la remontée mandibulaire est plus longue pour une coda bilabiale (/bap/, /dap/, /pap/, /sap/, /tap/, /zap/) que pour une coda coronale (/bat/, /dat/, /pat/, /sat/, /tat/, /zat/). En ce qui concerne la phase d'ouverture, pour les 4 logatomes /bap/, /bat/, /pap/, /pat/, le relâchement d'une attaque bilabiale est plutôt stable quel que soit le type de consonne en coda. Alors que le relâchement d'une coronale suivie d'une labiale comme dans /dap/, /sap/, /zap/ est plus longue que le relâchement d'une coronale suivie d'une coronale comme dans /dat/, /sat/, /zat/. Aucune corrélation n'est observée entre durées d'ouverture et de fermeture pour toutes les locutrices ( $L_1 : r(58) = .25, p > .05$  ;  $L_2 : r(57) = .16, p > .05$  ;  $L_3 : r(57) = .06, p > .05$  ;  $L_4 : r(46) = -.21, p > .05$  ;  $L_5 : r(55) = -.19, p > .05$ ).

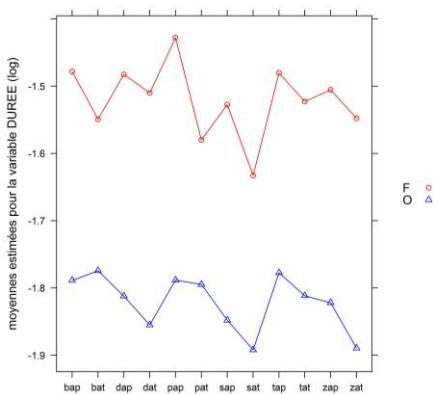


FIGURE 1 – Estimations des durées moyennes (log) des phases d'ouverture et de fermeture pour chaque cycle mandibulaire mesuré. Les fermetures sont significativement plus longues que les ouvertures.

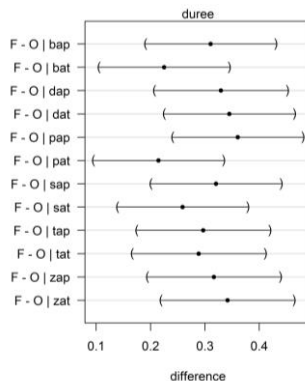


FIGURE 2 – Estimations ponctuelles des différences de moyennes entre durée de fermeture et durée d'ouverture (exprimées en log) et intervalles de confiance à 95 % pour chaque cycle mesuré.

### 3.2 Vitesse

Comme pour la durée, des différences significatives de la vitesse moyenne entre les deux phases ont été observées (Table 2, Figure 4) avec une ouverture plus rapide que la fermeture (Figure 3), sauf pour les cycles mandibulaires correspondant à la réalisation de /bat/ ( $p = .21$ ) et de /pat/ ( $p = .99$ ). La vitesse moyenne d'ouverture est généralement stable, sauf pour les attaques bilabiales sourdes (/pap/, /pat/) pour lesquelles le geste d'ouverture est mesuré moins rapide que dans le cas des attaques /b d s t z/ (Figure 3). Ceci est dû probablement au fait que /p/ n'est pas permis en vietnamien en attaque de syllabe. Le geste articulatoire pour /p/ semble donc plus contrôlé impliquant une vitesse moindre de la mandibule par rapport aux autres consonnes licites en attaque de syllabe. On observe plus de différences dans les vitesses de fermeture entre coronales et labiales : le geste de fermeture des coronales (/bat/, /dat/, /pat/, /sat/, /tat/, /zat/) est plus rapide que celui des labiales (/bap/, /dap/, /pap/, /sap/, /tap/, /zap/) (Figure 3). Pour la phase d'ouverture, phase du geste du relâchement de la consonne initiale vers la voyelle, un geste plus rapide des coronales que les labiales n'est pas observé.

Une corrélation entre vitesses moyennes des deux phases est également remarquée pour chaque sujet ( $L_1 : r(58) = .28, p < .05$  ;  $L_2 : r(57) = .39, p < .05$  ;  $L_4 : r(46) = .83, p < .05$  ;  $L_5 : r(55) = .35, p < .05$ ), sauf pour la locutrice  $L_3$  ( $r(57) = .01, p > .05$ ) qui présente un débit de parole plus rapide que les autres locutrices (Figure 6).

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
F - O   bap	-0.3202	0.0522	-6.1382	< 0.001
F - O   bat	-0.1211	0.0522	-2.3218	0.2176
F - O   dap	-0.3593	0.0533	-6.7443	< 0.001
F - O   dat	-0.2529	0.0522	-4.8496	< 0.001
F - O   pap	-0.241	0.0522	-4.6212	< 0.001
F - O   pat	0.0404	0.0522	0.7748	0.999
F - O   sap	-0.6105	0.0522	-11.7051	< 0.001
F - O   sat	-0.3483	0.0522	-6.6771	< 0.001
F - O   tap	-0.4438	0.0533	-8.3297	< 0.001
F - O   tat	-0.2726	0.0533	-5.1157	< 0.001
F - O   zap	-0.5489	0.0533	-10.3015	< 0.001
F - O   zat	-0.4329	0.0533	-8.1253	< 0.001

TABLE 2 – Estimations ponctuelles des différences de moyennes de vitesses (log) entre phase de fermeture (F) et phase d’ouverture (O) pour les cycles mandibulaires correspondant aux 12 logatomes avec écart-type des différences, valeur de la statistique et p-value (hypothèse du test : F-O=0).

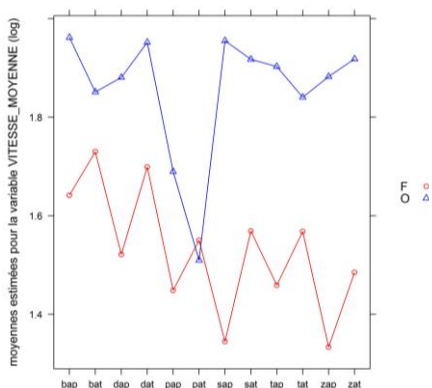


FIGURE 3 – Estimations des vitesses moyennes (log) des phases d’ouverture et de fermeture pour chaque cycle mandibulaire. Sauf pour /pat/ et /bat/, les ouvertures sont significativement plus rapides.

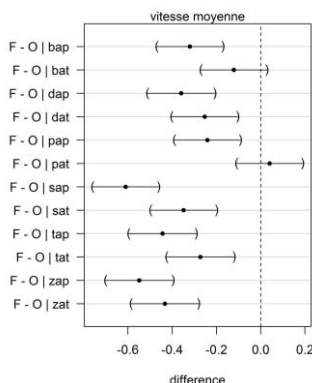


FIGURE 4 – Estimations ponctuelles des différences de moyennes entre vitesse de fermeture et vitesse d’ouverture (log) et intervalles de confiance à 95 % pour chaque cycle mandibulaire.

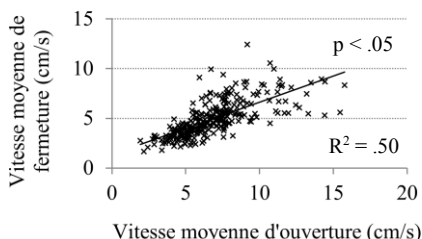


FIGURE 5 – Corrélation entre vitesses moyennes des phases d’ouverture et de fermeture du cycle mandibulaire pour tous les sujets.

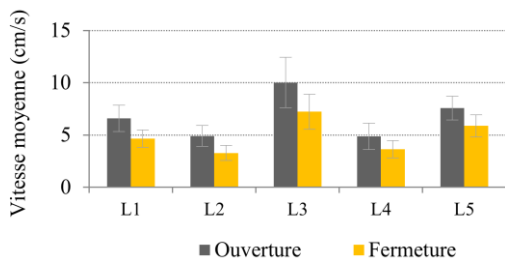


FIGURE 6 – Vitesse moyenne des phases d’ouverture et de fermeture du cycle mandibulaire chez chaque locutrice (cm/s).

La même observation est valable pour les pics de vitesse. Ces pics, mesurés et moyennés pour chaque logatome et chaque locutrice, suivent les mêmes patrons déjà présentés pour les vitesses moyennes, avec un pic d’ouverture significativement plus rapide que celui de fermeture ( $p < .001$ ), sauf pour les cycles mandibulaires correspondant à la réalisation de /bat/ ( $p = .99$ ) et /pat/ ( $p = .70$ ).

### 3.3 Amplitude

L'amplitude (déplacement vertical de la mandibule), ne montre pas de patron régulier entre les phases d'ouverture et les phases de fermeture du cycle mandibulaire. On relève une amplitude significativement plus grande à l'ouverture qu'à la fermeture (Figure 7) pour les cycles avec une consonne fricative coronale en attaque et une consonne labiale en coda /sap/ et /zap/ ( $p < .001$ ) et le contraire, une amplitude significativement plus petite à l'ouverture qu'à la fermeture pour le logatome /pat/ ( $p < .001$ ). On note chez chaque locutrice une corrélation forte entre amplitude d'ouverture et amplitude de fermeture ( $L_1 : r(58) = .33, p < .05$  ;  $L_2 : r(57) = .47, p < .05$  ;  $L_3 : r(57) = .61, p < .05$  ;  $L_4 : r(46) = .74, p < .05$  ;  $L_5 : r(55) = .87, p < .05$ ).

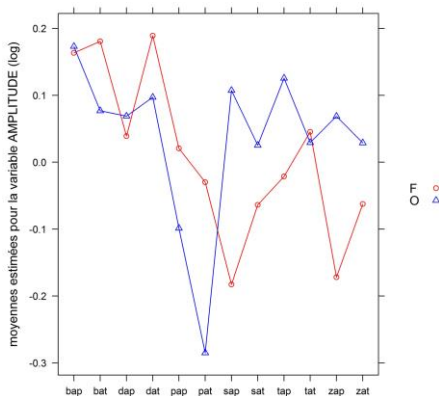


FIGURE 7 – Estimations du déplacement vertical de la mandibule (log) dans les phases d'ouverture et de fermeture pour chaque syllabe.

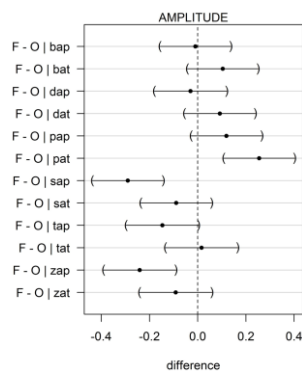


FIGURE 8 – Estimations ponctuelles des différences de moyenne entre amplitudes de fermeture et d'ouverture (log) et intervalles de confiance à 95 % pour chaque syllabe. Seules les différences dans /sap/, /zap/, /pat/ sont significatives.

### 3.4 Comparaison avec le français

Ces résultats préliminaires sur des séquences CVC du vietnamien nous ont permis de comparer nos résultats avec les données déjà obtenues auprès de cinq locutrices du français pour le même type de séquence (Vallée *et al.*, 2014, 2015). Des tendances similaires sont observées pour les deux langues, avec des phases d'ouverture significativement plus courtes et plus rapides que les phases de fermeture. Les productions de la séquence vocalique /aiaiaiaia/ par les locutrices vietnamiennes et françaises présentent les mêmes profils d'asymétries que les séquences avec geste consonantique. Cette séquence a été intégrée au corpus dans le but d'observer l'oscillation mandibulaire dans un contexte considéré comme plutôt stable en parole répétée (Kelso *et al.*, 1985). Ce résultat consolide donc nos observations faites sur les séquences avec geste consonantique.

## 4 Discussion et conclusion

Notre étude du geste mandibulaire dans des productions de syllabe CVC en vietnamien montre l'existence chez tous les locuteurs de patrons asymétriques du cycle d'oscillation, avec une phase d'ouverture (abaissement de la mandibule) plus courte, plus rapide que la phase de fermeture, ce qui suggère qu'ouverture et fermeture ne sont pas soumises aux mêmes contraintes. Les corrélations

positives trouvées systématiquement entre les deux phases pour les facteurs vitesse moyenne, pic de vitesse et amplitude, indiquent que les phases d'ouverture et de fermeture ne sont pas des actions indépendantes, confirmant Gracco (1994). Les mêmes observations avaient été faites dans l'étude antérieure de Vallée *et al.* (2014) à propos de transitions VV produites par des locuteurs vietnamiens. Le mode articulaire des segments (plosive *vs.* fricative) et leur distribution (position initiale *vs.* finale de syllabe) n'impactent pas les patrons d'asymétries observés dans notre étude pour les facteurs durée et vitesse. Nos résultats montrent aussi que les valeurs de vitesse et d'amplitude du geste mandibulaire sont influencées par des caractéristiques intrinsèques (lieu articulaire labial *vs.* coronal) et extrinsèques des segments (distribution licite *vs.* illicite dans la langue observée dans les syllabes /p/VC).

Ces résultats sont similaires à ceux obtenus pour le français par Vallée *et al.* (2014) et excluent pour l'instant toute explication liée à la structure syllabique de base des deux langues. Le français est une langue à structure de base CV (Rousset, 2004) ; le vietnamien est une langue majoritairement CVC pour laquelle l'étude de Tran (2011) a montré que les durées acoustiques des plosives étaient similaires en attaque et en coda. Ce résultat de Tran (2011) ne reflète pas les patrons d'asymétries du geste mandibulaire observé dans notre étude, suggérant une indépendance entre durée acoustique des plosives et durée des phases mandibulaires et donc l'absence de contrainte temporelle du geste mandibulaire sur l'articulation des segments. Notre résultat contredit la corrélation trouvée par Redford (1999) entre durée des segments et durée des phases, avec une durée plus courte des segments en coda observée lors de la phase de fermeture car plus courte que la phase d'ouverture. Plus généralement, à ce stade, nos résultats sont en contradiction avec ceux des études antérieures sur l'anglais-américain (Kelso *et al.*, 1985 ; Gracco, 1994) et l'extension de la théorie *Frame/Content* proposée par Redford (1999) qui montraient des patrons d'asymétries inverses supposés être la conséquence des propriétés biomécaniques de la mandibule.

Cependant, une phase d'ouverture plus courte et plus rapide est conciliable avec une relation de phasage inter-geste attaque-noyau plus stable (Byrd, 1996) et un degré de cohésion plus important des gestes (Browman & Goldstein, 2000) par rapport à noyau-coda. Les patrons d'asymétries du cycle mandibulaire relevés dans notre étude sont cohérents avec les propositions de la Phonologie Articulaire : (1) « *in phase coupling* » pour CV produite lors de la phase d'ouverture ; (2) « *time-independent even in an anti-phase relation* » pour VC réalisée lors de la phase de fermeture et cohérente avec une dépendance de timing et un chevauchement des gestes noyau-coda moins importants qu'attaque-noyau (Browman & Goldstein, 1988).

Dans le prolongement de cette étude, est en cours une analyse du phasage du geste mandibulaire avec le geste labial ou lingual qui montre, par exemple pour la syllabe /pat/, que l'écart temporel entre l'atteinte de la cible /p/ (point maximal atteint par la lèvre inférieure pour réaliser l'occlusion) et la cible /a/ (maximum d'ouverture de la mandibule) est plus long que l'écart temporel entre la cible /a/ et la cible /t/ (maximum atteint par l'apex pour l'occlusion de /t/). On retrouve ici l'asymétrie mise en évidence dans les études antérieures sur l'anglais américain mais mesurée entre le cycle mandibulaire et le cycle de la langue ou des lèvres. Ce constat ne peut que nous inciter à poursuivre nos investigations multi-locuteurs et inter-langues. Dans une perspective proche, des comparaisons avec les corpus de phrases en français et en vietnamien sont envisagées. L'acquisition de données nouvelles sur l'anglais américain est également prévue.

## Remerciements

Cette étude fait partie du projet ANR-10-BLAN-1916 *APPSy*. Nous remercions vivement Christophe Savariaux et Quentin Tura pour leur assistance précieuse dans ce projet.



## Références

- BLEVINS J. (1995). The syllable in Phonological Theory. In Goldsmith J. A. (eds.): *Handbook of Phonological Theory*, 206-235. Blackwell Publishers: Oxford.
- BROWMAN C. P. & GOLDSTEIN L. M. (1988). Some notes on syllable structure in articulatory phonology. *Phonetica* 45, 140-155.
- BROWMAN C. P. & GOLDSTEIN L. M. (1995). Gestural syllable position effects in American English. In BELL-BERTI F. & RAPHAEL L. J.: *Producing Speech: Contemporary Issues. For Katherine Safford Harris*, 19-33. AIP Press: New York.
- BROWMAN C. P. & GOLDSTEIN L. M. (2000). Competing constraints on intergestural coordination and self-organization of phonological structures. *Bulletin de la Communication Parlée* 5, 25-34.
- BYRD D. (1996). A phase window framework for articulatory timing. *Phonology*, 13(02), 139-169.
- CAO X. H. (1985). *Phonologie et linéarité. Réflexions critiques sur les postulats de la phonologie contemporaine*. Paris: SELAF.
- CLEMENTS N. & KEYSER S. J. (1983). *CV Phonology: A generative theory of the syllable*. MIT Press.
- ĐOÀN T. T. (1999). *Ngữ âm tiếng Việt* (Tr. La phonétique du vietnamien). Hanoi: Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội (Maison d'édition de l'Université Nationale de Hanoi).
- GOLDSTEIN L. M., BYRD D. & SALTZMAN E. L. (2006). The role of vocal tract gestural action units in understanding the evolution of phonology. In ARBIB M. (eds.): *From action to language: The mirror neuron system*, 215–249. Cambridge University Press: Cambridge.
- GRACCO V. L. (1994). Some organizational characteristics of speech movement control. *Journal of Speech and Hearing Research* 37, 4-27.
- HOTHORN T., BERTZ F. & WESTFALL P. (2008). Simultaneous inference in general parametric models. *Biometrical Journal* 50(3), 346-363.
- KAHN D. (1976). *Syllable-based Generalizations in English Phonology*. Indiana University Linguistics Club: Bloomington.
- KELSO J. A. S., VATIOKIOTIS-BATESON E., SALTZMAN E. L. & KAY B. (1985). A qualitative dynamic analysis of reiterant speech production: Phase portraits, kinematics and dynamic modeling. *JASA* 77, 266-280.
- MACNEILAGE P. F. (1998). The Frame/Content Theory of Evolution of Speech Production. *Behavioral and Brain Sciences* 21, 499-511.
- MACNEILAGE P. F. (2009). *The origin of speech*. Oxford University Press: Oxford, England.
- REDFORD M. A. (1999). *An Articulatory Basis for the Syllable*. PhD thesis, The University of Texas: Austin.
- REDFORD M. A. & VAN DONKELAAR P. (2008). Jaw cycles and linguistic syllables in adult English. In DAVIS B. L. & ZAJDO K. (eds.): *The Syllable in Speech Production: Perspectives on the Frame/Content Theory*, 355-76. Taylor & Francis: London.
- ROUSSET I. (2004). *Structures syllabiques et lexicales des langues du monde : données, typologies, tendances universelles et contraintes substantielles*. Thèse de doctorat, Université Stendhal Grenoble.
- SELKIRK E. (1982). The syllable. In VAN DER HULST H. & SMITH N. (eds.): *The structure of phonological representations*, 337-383. Foris Publications: Dordrecht.
- 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.
- VALLEE N., ROUSSET I., BOË L. J. (2001) Des lexiques aux syllabes des langues du monde. Typologies, tendances et organisations structurelles. *Linx* 45 : 37-50.
- VALLEE N., ROSSATO, S., ROUSSET I. (2009). Favoured syllabic patterns in the world's languages and sensorimotor constraints. In PELLEGRINO F., MARSICO E., CHITORAN I. & COUPÉ C. (eds.): *Approaches to Phonological Complexity*, 111-139. Mouton de Gruyter: Berlin.
- VALLEE N., TRAN T. T. H., ROSSATO S., MAIRANO P. (2014). Structures syllabiques et caractéristiques du cycle mandibulaire : une étude articulatoire des asymétries. *XXXe Journées d'Etudes sur la Parole (JEP 2014)*, Le Mans
- VALLEE N., TRAN T. T. H., ROSSATO S., MAIRANO P., GERBER S. (2015). Why do syllable onsets attract consonant(s)? *Italian Journal of Linguistics*, pp. 133-160, volume 27, issue 1, Scuola Normale Superiore.
- WHALEN D. H., GIULIVI S., GOLDSTEIN L. M., NAM H. & LEVITT A. G. (2011). Response to MacNeilage and Davis and to Oller. *Language Learning and Development* 7(3), 243–249.