



HAL
open science

Variation individuelle de la coarticulation en fonction de la frontière prosodique

Daria d'Alessandro, Alice Yildiz, Cécile Fougeron

► **To cite this version:**

Daria d'Alessandro, Alice Yildiz, Cécile Fougeron. Variation individuelle de la coarticulation en fonction de la frontière prosodique. XXXIVe Journées d'Études sur la Parole (JEP 2022), Jun 2022, Noirmoutier, France. pp.760-769, 10.21437/JEP.2022-80 . hal-03928071

HAL Id: hal-03928071

<https://hal.science/hal-03928071>

Submitted on 6 Jan 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Variation individuelle de la coarticulation en fonction de la frontière prosodique

Daria D'Alessandro¹ Alice Yildiz¹ Cécile Fougeron¹

(1) Laboratoire de Phonétique et Phonologie, UMR 7018 CNRS/Sorbonne Nouvelle
daria.dalessandro@sorbonne-nouvelle.fr, alice.yildiz@sorbonne-nouvelle.fr,
cecile.fougeron@sorbonne-nouvelle.fr

RESUMÉ

Cette étude examine comment les variations inter et intraindividuelles dans le phrasé prosodique affectent la coarticulation anticipatoire voyelle-à-voyelle chez cinq locutrices. Nous examinons la coarticulation dans un mot (VCV), à travers une frontière de mot (V#CV) et à travers une frontière de proposition relative (V##CV), sur 45 répétitions par position par locutrice.

Les données montrent que, si le degré de coarticulation varie en fonction de la frontière, avec moins de coarticulation entre syntagmes que dans un mot, différents patterns interlocutrices émergent pour la frontière entre mots. Une partie, mais pas toute la variation inter et intra individuelle peut s'expliquer par des variations prosodiques, analysées comme durée de la voyelle, hauteur de f0 et degré de frontière perçu en termes de degré de séparation entre les mots par six juges. Les résultats sont discutés en termes de variabilité dans la planification de la coordination entre les unités de parole.

ABSTRACT

Individual variation of coarticulation depending on prosodic boundary

This study investigates how inter and intraspeaker variations in the prosodic phrasing affect vowel-to-vowel coarticulation in five speakers. Coarticulation is examined within a word (VCV) across a word boundary (V#CV) and across a clause boundary (V##CV), over 45 repetitions per position per speaker. The data show that the amount of coarticulation varies depending on boundary, with less coarticulation across a clause boundary than within a word. However, speaker-specific patterns emerge for coarticulation at word boundary. Some intra and inter speaker variation, but not all of it, can be explained by prosodic variations, analyzed as vowel duration, F0 and degree of boundary strength perceived by six judges as the degree of separation between words. Results are discussed in terms of variability in the planning of coordination between speech units.

MOTS-CLÉS : variations intra et interlocuteurs ; prosodie ; coarticulation ; phonétique acoustique

KEYWORDS: inter and intraspeaker variations ; prosody ; coarticulation ; acoustic phonetics

1 Introduction

Plusieurs études ont examiné la coarticulation entre sons à différentes positions dans des domaines prosodiques, et notamment en position initiale ou finale de constituants, et à la frontière entre deux constituants (pour une revue, voir Guitard-Ivent 2018). Dans ce papier, nous allons nous focaliser sur la coarticulation à travers d'une frontière.

Dans la littérature, il est montré que plus la frontière séparant deux sons est forte (ex. mot vs. syntagme accentuel vs. syntagme intonatif), moins il y a de coarticulation entre ces sons. Par exemple, une réduction graduelle du chevauchement entre consonnes en clusters C#C (Meynadier 2004, Byrd et Choi 2010), et de la coarticulation anticipatoire V_2 à C_1 en séquences $C_1\#C_2V_2$ (Meynadier 2004) ou $C_1V_1\#C_2V_2$ (Byrd 2000) est observé à travers de frontières prosodiques (ici notées #) de niveaux croissants. En ce qui concerne spécifiquement la coarticulation anticipatoire voyelle-à-voyelle, qui fait l'objet de cette étude, Cho (2004) observe une réduction graduelle de la coarticulation /a#i/, mais pas /i#a/, en fonction de l'accroissement de la frontière de mot à ip (*intermediate phrase*) à IP (*intonational phrase*).

Toutefois, des études montrent des variations entre locuteurs dans le pattern de coarticulation à travers différents types de frontières. Byrd et Saltzman (1998) examinent chez trois locuteurs la coordination temporelle entre deux consonnes dans des séquences $C_1V\#C_2V$ dans des phrases où les deux consonnes sont soit séparées par une frontière de syllabe au sein d'un mot ou d'un mot composé ('Mamma-Mimi'), soit entre deux mots produit dans une liste de mots séparés par des virgules, soit entre deux syntagmes séparés par une virgule, soit entre deux phrases séparés par un point. Ils observent que la distinction entre ces conditions de frontière, en termes d'allongement du délai entre les deux consonnes, dépend du locuteur, en particulier pour les frontières supérieures à celle induite dans le mot composé. Tabain (2003) montre également un effet qui dépend du locuteur sur le degré de coarticulation anticipatoire C-à-V dans des séquences $V\#C$ en français en comparant frontière de mots, de groupe accentuel, de groupe intonatif et d'énoncé : tous les locuteurs ne distinguent pas les frontières supérieures au mot, et certains locuteurs ne distinguent pas la frontière de mot de la frontière de groupe accentuel. Cette variation interlocuteur reflète probablement de la variation dans le phrasé prosodique produit par les locuteurs.

Dans son étude sur la coarticulation entre /k/ et /l/ au travers d'une frontière de syllabe, de mot, de proposition relative et de phrase, Hardcastle (1985) présente des résultats intéressants en fonction du débit de parole. Alors que la coarticulation tend à diminuer lorsque les deux consonnes sont séparées par une frontière plus importante, cela n'apparaît pas chez tous les locuteurs, et il observe à débit rapide que certains locuteurs produisent plus de chevauchement entre des consonnes séparées par une frontière supérieure à la syllabe, qu'au sein d'un mot (i.e. au travers d'une frontière syllabique). Ce résultat montre que l'organisation temporelle des éléments dans la chaîne parlée varie non seulement en fonction de l'organisation prosodique des énoncés mais aussi en fonction de contraintes liées à la succession d'éléments dans une temporalité réduite.

L'ensemble de ces résultats soulèvent plusieurs questions relatives à la nature du processus de coarticulation et l'organisation temporelle des éléments de la chaîne parlée au niveau lexical et supra-lexical. Selon Whalen et Chen (2019) la coarticulation anticipatoire de V_2 -à- V_1 , est planifiée et elle nous informe sur la taille des unités de planification de la parole : l'articulation d'une voyelle V_2 est anticipée pendant la production d'une voyelle précédente V_1 au travers d'une consonne dans une suite V_1CV_2 , car V_2 est déjà planifiée au moment de l'exécution de V_1 . Ces deux voyelles appartiennent donc à une même unité de planification (i.e. même plan phonétique) au sein duquel leur timing est spécifié. Au sein d'une unité lexicale, il est facilement concevable que la planification se fasse sur une unité de la taille d'un mot. Or, lorsque les deux voyelles sont séparées par une frontière entre deux mots lexicaux, on peut se demander si celles-ci appartiennent à la même unité de planification (une unité supra-lexicale) et quelle est la taille de cette unité. Dans le cadre de la Phonologie Articulatoire, les modifications dans l'organisation temporelle liées à l'organisation prosodique ont été modélisées par l'action de gestes prosodiques (π -gesture ou μ -gesture, voir p.ex. Krivokapić, 2014) dont l'empan chevauche les segments proches des frontières prosodiques de façon à moduler leur déroulement temporel. Dans ce cadre, l'organisation temporelle et donc le chevauchement

possible entre des sons à travers d'une frontière, est régulé à un niveau supra-lexical, au niveau de l'organisation prosodique de l'énoncé. Or, dans la majorité des études présentant des arguments en faveur de ces gestes de modulation prosodique, les frontières dont il est question sont celles des constituants prosodiques supérieurs (en général un syntagme intonatif) qui sont comparées à des frontières de syllabe soit au sein d'un mot soit entre deux mots. Dans l'étude présentée ici, nous nous attacherons à examiner plus en détail les processus de coarticulation à travers d'une frontière entre deux mots lexicaux. Nous chercherons à déterminer en premier lieu si le pattern de coarticulation anticipatoire de V₂ sur V₁ entre deux mots (V₁#CV₂), diffère de celui entre deux syllabes au sein d'un mot (V₁.CV₂), et de celui entre deux constituants prosodiques supérieurs (V₁##CV₂). Puisque nous savons que les locuteurs peuvent varier dans l'organisation prosodique d'un énoncé, mais aussi dans leur débit de parole, nous examinerons également comment la coarticulation entre deux mots varie entre les locuteurs ou au sein de multiples répétition d'un même locuteur en fonction de différents indices, comme la fréquence fondamentale, la durée de la voyelle et le degré de joncture perçu entre les mots.

2 Méthodologie

La coarticulation est étudiée en termes d'influence de V₂ /i/ sur V₁ /a/ dans des séquences pV₁pV₂, intégrées dans trois types de phrases. Dans la condition *intermot* (/pa#pi/), les voyelles sont séparées par une frontière de mot lexical dans un syntagme sujet-verbe (ex. « **papa pilote** un avion de ligne ») ; les locuteurs sont libres de produire les deux mots dans un même groupe accentuel ((papa pilote)(un avion de ligne)), ou en produisant une frontière de groupe accentuel, ou plus important, après (papa). Dans la condition *intramot* (/pa.pi/), les voyelles appartiennent à deux syllabes différentes au sein d'un même mot /papi/, ex. « quand **papi** l'aura vu, il nous croira ». Dans la condition *interphrase* (/pa##pi/), les deux voyelles sont séparées par une frontière de proposition relative (ex. « **papa, pilote** à Toulouse, rentre tard ») supposée induire une frontière prosodique plus importante marquée ou non par une pause et une montée de continuation. Les phrases sont extraites d'un corpus plus large enregistré par cinq locutrices âgées d'une vingtaine d'années (22 < 28). Chaque locutrice a participé à cinq sessions d'enregistrement sur une période de deux semaines environ afin d'obtenir un large nombre de répétitions en évitant un effet de la fatigue et en testant la stabilité des productions dans le temps. Les phrases suivaient un ordre pseudo-aléatoire (le même pour toutes les locutrices). Dans chaque session, les séquences cibles se répétaient 9 fois, pour un totale de 45 répétitions par séquence. Les locutrices n'ont pas reçu des instructions de lecture particulière et étaient laissées libres dans leur rendu des phrases afin de capturer en même temps la variation du phrasé prosodique entre les locutrices et entre les répétitions d'une même locutrice.

Après segmentation manuelle des voyelles, les valeurs de F1 et F2 de /a/ et /i/ par item (en Bark) ont été prises. Ces valeurs ont été calculées comme moyenne entre les valeurs prises sur trois points, à 50-60-70% de la durée de la voyelle pour V₁ /a/ et à 30-40-50% de la durée de la voyelle pour V₂ /i/. Puisque l'effet de /i/ sur /a/ se traduit par une baisse de F1 et une montée de F2, la différence F2-F1 a été utilisée pour calculer la distance spectrale entre V₁ /a/ et V₂ /i/, pour chaque séquence cible, selon la formule : $((F2-F1)_a - (F2-F1)_i) / (F2-F1)_i$. Cette mesure vise à capturer le degré d'assimilation acoustique de V₁ à V₂. Une mesure de F0 (en Bark) a été aussi prise pour les V₁ /a/ de chaque item comme moyenne entre les valeurs prises à 50-60-70% de la durée de la voyelle. En outre, la durée des /a/ en ms été prise pour chaque item.

Le degré de frontière produit entre V₁ et pV₂ a été mesuré du point de vue perceptif comme degré de séparation entre les mots extraits des productions des conditions *interphrase* et *intermot* qui ont été présentés (avec d'autres items du corpus qui ne sont pas analysés dans ce papier) en ordre aléatoire

dans un test en ligne. Les 3 autrices et 15 juges « externes » (phonéticiens et naïfs) ont évalué le degré de séparation entre les mots sur une échelle de 0 (pas de séparation) à 3 (séparation importante). Pour éviter que le test soit trop long, chaque juge « externe » a évalué les productions d'une seule locutrice (225 items). Chaque locutrice a été donc évaluée par trois auditeurs « externes » et par les trois autrices. Puisque les réponses des juges « externes » ne différaient pas significativement de ceux des autrices ($t = -1.89$, $p=0.06$) nous avons moyennés les jugements pour obtenir un degré de frontière perçu pour chaque item.

L'effet de la LOCUTRICE et de la CONDITION, et leur interaction, sur l'INDEX DE COARTICULATION, sur la F0, sur la DUREE /a/ et sur le DEGRÉ DE FRONTIÈRE PERÇU ont été testés en utilisant différents modèles linéaires mixtes construits à l'aide des packages lme4 et afex dans le logiciel R (R development Core Team 2008, Bates et al. 2015, Singmann et al. 2016). Des interceptes aléatoires par RÉPÉTITION (de 1 à 45) et des pentes aléatoires par LOCUTRICE ont été incluses. L'effet de chaque facteur et des interactions a été testé en comparant le modèle incluant un certain facteur avec un modèle excluant ce même facteur en effectuant manuellement le *Likelihood ratio test* (fonction `anova()`). Des comparaisons post-hoc ont été effectuées à l'aide du package emmeans (Lenth et al. 2018). Des tests de corrélation de Pearson entre le DEGRÉ DE FRONTIÈRE PERÇU et l'INDEX DE COARTICULATION ont également été effectués pour chaque locutrice par condition.

3 Résultats

Un résumé des effets principaux et des interactions est présenté en Table 1. L'effet de la condition de frontière sur la coarticulation est différent en fonction des locutrices (Fig1). Les locutrices AN, AE ES et AP présentent moins de coarticulation en condition *intermot* que *intramot*. Par contre, la locutrice EDF montre le même degré de coarticulation en condition *intermot* et *intramot*. Concernant la condition *interphrase*, si toutes les locutrices montrent le moins de coarticulation dans cette condition, on observe une variation interlocutrice assez importante de degré de coarticulation. Si on regarde la distribution de l'index sur les différentes répétitions dans la condition *interphrase* (violons violets), nous pouvons voir chez AN plus de variation dans cette condition, avec un chevauchement important de la distribution avec celle de la condition *mot*. Un tel chevauchement, qui n'était pas attendu, est observable aussi pour les locutrices EDF, et, dans une moindre mesure, ES.

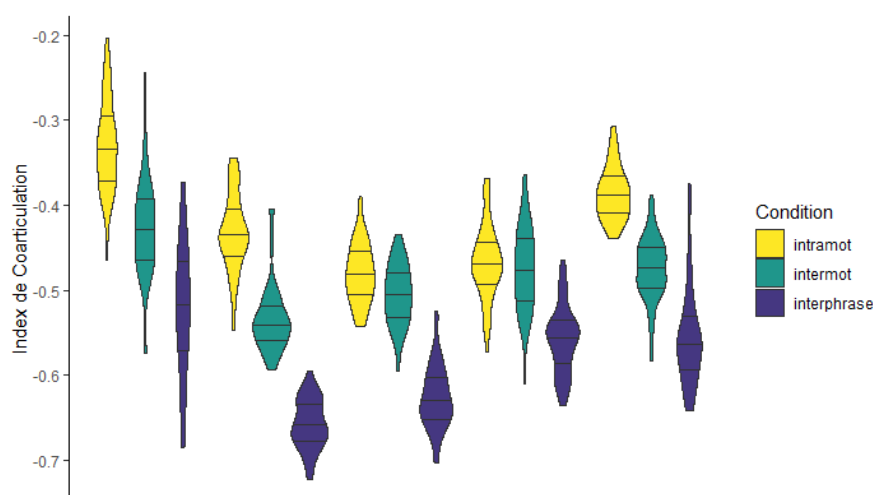


Fig1. Coarticulation dans les trois conditions chez les cinq locutrices. Plus la valeur de l'index est haute, plus il y a de la coarticulation.

Nous allons maintenant nous focaliser d'abord sur la comparaison entre les conditions *intermot* et *intra*mot, puis sur la comparaison entre les conditions *intermot* et *interphrase*.

Les différences entre les locutrices du pattern de coarticulation dans la condition *intermot* vs *intra*mot pourraient être liées aux différences du phrasé prosodique produit en condition *intermot*. En effet, il est possible que la voyelle /a/ dans la séquence /pa#pi/ soit en final d'un constituant prosodique supérieur (groupe accentuel ou groupe intonatif mineur : (papa)(pilote un avion)), et soit donc accentué. Puisque une voyelle accentuée pourrait être plus résistante à la coarticulation, cela pourrait expliquer une réduction de la coarticulation en condition *intermot*. Pour tester cette hypothèse, plutôt que de faire un codage prosodique catégoriel entre niveaux prosodiques pas toujours clairement définis, en particulier entre le niveau syllabe et le niveau du syntagme intonatif (mot, AP, ip, segment d'IP....), on détermine l'accentuation du /a/ par l'allongement de la voyelle et la f0 (H* ou Hi).

Nous avons donc examiné s'il y a un effet de la condition (*intermot* vs *intra*mot) sur la durée de /a/ et sur la f0 qui dépend du locuteur (Fig2.a, b). Les résultats montrent que chez trois locutrices, AN, ES et EDF, la voyelle est plus longue en condition *intermot* qu'en condition *intra*mot, tandis que chez AE et AP il n'y a pas de différence dans la durée du /a/ entre les deux conditions. Par rapport à la f0, toutes les locutrices présentent une f0 plus haute en condition *intermot* que en condition *intra*mot.

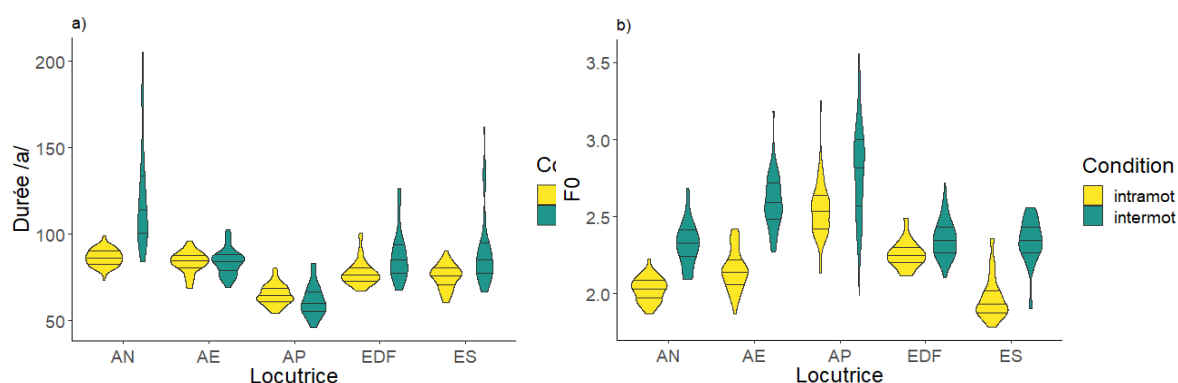


FIGURE 2.a/b. Durée du /a/ (à gauche) et f0 (à droite) dans les conditions *intra*mot et *inter*mot pour les cinq locutrices.

Le chevauchement des patterns de coarticulation entre les conditions *intermot* et *interphrase* et la variabilité intralocutrice observée (surtout chez AN pour les deux conditions et chez ES pour la condition *interphrase*, voir Fig1.) pourrait refléter un phrasé prosodique variable d'une répétition à l'autre dans ces deux conditions. Pour tester cette hypothèse, le score de degré de frontière perçue entre les deux mots par les auditeurs est utilisé comme un proxy du degré de frontière prosodique. Nous avons d'abord examiné l'effet de la condition (*intermot* vs *interphrase*) sur le degré de frontière perçue, puis testé la corrélation entre la coarticulation et ce dernier dans chaque condition pour chaque locutrice. Les résultats sont présentés en Fig. 3.

Chez AN, nous observons qu'en termes de degré de frontière perçue, il n'y a pas de distinction claire entre les répétitions de la condition *intermot* et de la condition *interphrase*. Pour cette locutrice, le degré de coarticulation diminue graduellement avec le degré de frontière perçue, quelle que soit la condition de frontière de l'exemplaire. Globalement, nous remarquons un chevauchement entre les répétitions des deux conditions et une diminution linéaire de la coarticulation avec l'augmentation de la frontière perçue (*intermot*, $r=.81$, *interphrase*, $r=.8$).

Chez AE, nous pouvons remarquer une faible corrélation entre la coarticulation et le degré de frontière (*intermot* : $r = -.30$, *interphrase* : $r = -.15$), et une distinction catégorielle entre les deux conditions. Ce pattern s'accompagne d'un faible degré de coarticulation.

EDF et ES montrent un pattern similaire, avec des répétitions dans la condition *interphrase* (dans la partie supérieure des nuages de points en violets) qui présentent un degré de coarticulation élevé et semblable à la condition *intermot*, mais qui sont perçues, pour la plupart, avec un plus fort degré de frontière. D'un autre côté, certaines répétitions de la condition *intermot* (en turquoise) se retrouvent mélangées aux répétitions de la condition *interphrase* (en violet) en termes de degré de frontière perçue (axe des x) et ces répétitions sont celles qui ont le moins de coarticulation dans la condition *intermot*. AP présente une distinction catégorielle en termes de frontière perçue entre les deux conditions. Dans la condition *intermot*, il y a une tendance à avoir une réduction de la coarticulation avec l'augmentation de la frontière perçue ($r = -.48$).

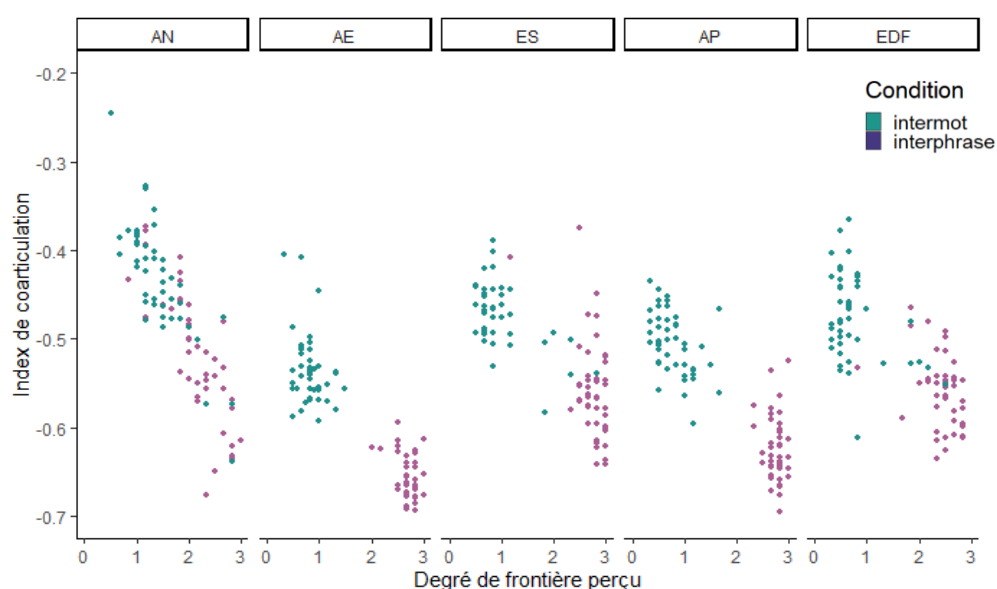


FIGURE 3.a/b. Index de coarticulation (axe des y) en fonction du degré de frontière perçue (axe des x) dans les conditions *intermot* et *interphrase* pour les cinq locutrices.

	Index $R^2m = .76$, $R^2c = .77$	Durée /a/ $R^2m = .57$, $R^2c = .59$	F0 $R^2m = .70$, $R^2c = .79$	Frontière perçue $R^2m = .82$, $R^2c = .83$
CONDITION	$\chi^2(2) = 534.62$, $p = <.0001$ ***	$\chi^2(1) = 57$, $p = <.0001$ ***	$\chi^2(1) = 285.1$, $p = <.0001$ ***	$\chi^2(1) = 617.08$, $p = <.0001$ ***
LOCUTRICE	$\chi^2(4) = 310.09$, $p = <.0001$ ***	$\chi^2(4) = 210.5$, $p = <.0001$ ***	$\chi^2(4) = 166.96$, $p = <.0001$ ***	$\chi^2(4) = 16.438$, $p = .002$
CONDITION : LOCUTRICE	$\chi^2(8) = 128.96$, $p = <.0001$ ***	$\chi^2(4) = 99.16$, $p = <.0001$ ***	$\chi^2(4) = 77.89$, $p = <.0001$ ***	$\chi^2(4) = 136.78$, $p = <.0001$ ***

Table 1. Résumé des effets fixes et des interactions

4 Discussion

Dans cette étude, nous avons examiné la coarticulation anticipatoire V-à-V dans un mot, entre deux mots et entre deux syntagmes, sur multiples répétitions chez cinq locutrices, et avons exploré la relation entre le degré de coarticulation et le degré de frontière prosodique. Nos résultats montrent que il y a un effet de la condition sur la coarticulation qui dépend de la locutrice, et particulièrement, des variations interlocutrices émergent pour la condition *intermot*. Alors que quatre locutrices présentent une réduction de la coarticulation à une frontière lexicale en comparaison à la coarticulation au sein d'un mot, une locutrice, EDF, coarticule autant à travers une frontière de mot qu'un frontière de syllabe au sein d'un mot. Ce résultat est en ligne avec Hardcastle (1985), qui trouve des différences interlocuteurs dans la coarticulation à travers de frontière de mots *vs* frontière de syllabe. Une explication possible de cette différence de patterns est que, pour les quatre locutrices qui réduisent la coarticulation en condition *intermot*, cette condition soit réalisée avec une frontière prosodique après le /a/ supérieure à celle produite par la locutrice EDF. Si c'est le cas, la voyelle /a/ pourrait être accentuée avec un allongement final, et, éventuellement, une montée de f0 (H*). Nos résultats montrent, pour la voyelle /a/ de la condition *intermot*, une f0 haute chez toutes les locutrices, et un allongement de la voyelle pour trois locutrices, AN, ES, EDF, mais pas pour AE et AP. Une réduction de la coarticulation en condition *intermot* peut donc être mise en lien avec un allongement de la voyelle pour seulement deux locutrices, AN, ES, mais pas pour AE et AP, qui réduisent la coarticulation sans allonger la voyelle.

Pour toutes les locutrices, la voyelle /a/ de la condition *intermot* a une f0 plus haute que celle de la condition *intramot*. Est-ce que cette différence de f0 peut expliquer la réduction de la coarticulation en condition *intermot* pour les locutrices AN, ES, AE et AP ? Si celle-ci est lié à une accentuation de la voyelle, il est possible que ce statut de voyelle accentuée la rende plus résistante à la coarticulation (Cho 2004). Il est aussi possible que la f0 ait une influence indirecte sur notre mesure de coarticulation qui est en partie basée sur la valeur du premier formant qui rentre dans le calcul de la compacité acoustique F2-F1. Or, une f0 haute aurait tendance à augmenter la valeur de F1, résultant en moins de distance entre F2 et F1, i.e. une voyelle acoustiquement plus compacte. Cet effet de la montée de F1 lié à la f0 irait donc à l'encontre de l'assimilation acoustique du /i/ suivant qui tend à diminuer la compacité du /a/. Si l'on ne peut pas totalement éliminer l'influence de ces deux forces contraires, on remarque que le degré de coarticulation, tel que mesuré dans notre étude, n'est que modérément corrélé, lorsqu'il l'est, à la hauteur de f0 (toutes conditions confondues : AN $r=-.53$; AP $r=-.41$; EDF $r=.19$; AE $r=-.13$, ES $r=.02$). En outre, il faut remarquer que la locutrice EDF, qui présente un allongement du /a/ et une f0 plus haute en condition *intermot* comme les autres locutrices, est la seule qui a le même degré de coarticulation en condition *intermot* qu'en *intramot*, ce qui confirme que ces deux facteurs ne peuvent pas totalement expliquer un changement de pattern de coarticulation.

Une coarticulation similaire en condition *intramot* et *intermot* chez EDF peut être partiellement liée au pattern de coarticulation propre à cette locutrice. Des différences interlocuteurs dans le degré de coarticulation ont été relevées aussi dans d'autres études (van den Heuvel 1996, Robert et al 2005, Grosvald 2009, Zellou 2017), bien que les raisons de ces différences restent encore à explorer. Il est possible que cette locutrice, qui coarticule peu en condition *intramot* comme *intermot*, ait une façon de parler, ou plutôt un style de lecture, plus hyperarticulé ou emphatique, qui, de façon similaire au *clear speech*, peut s'accompagner d'une coarticulation réduite (voir Duez 1992, Scarborough et Zellou 2013). Toutefois, un style de parole hyperarticulé ne peut pas expliquer exhaustivement le manque d'effet de la frontière de mot sur la coarticulation, car si nous prenons le degré de coarticulation en condition *intramot* comme baseline, il n'est pas plus grand chez AE ou AP que chez EDF, or AE et AP, distinguent entre trois niveaux de coarticulation, réduisant la coarticulation en condition *intermot*.

Le manque de différenciation entre *intramot* et *intermot* chez EDF ne peut pas s'expliquer par un effet plancher, selon lequel le faible degré de coarticulation entre syllabes ne pourrait pas diminuer davantage entre mots.

Si nous comparons maintenant la condition *intermot* avec la condition *interphrase*, nous observons premièrement que toutes les locutrices présentent moins de coarticulation entre deux syntagmes. Ce résultat confirme ceux de Cho (2004), qui montre moins de coarticulation anticipatoire /a#i/ à travers de frontière de ip et IP que à travers d'une frontière de mot. Toutefois, nous trouvons aussi des patterns différents entre les locutrices. En particulier, AN présente plus de variation en termes de coarticulation et en termes de degré de frontière perçue : elle ne fait pas de distinction catégorielle entre frontière de mot et frontière de phrase, mais plutôt un continuum de frontière perçue et de coarticulation ; en outre, son degré de coarticulation est fortement déterminé par le degré de frontière perçue. Cette relation quasi linéaire n'apparaît pas chez les autres locutrices qui font une distinction catégorielle entre deux groupes : des productions avec un degré de frontière prosodique fort qui correspondent à la plupart des répétitions de la condition phrase, et des productions avec un degré de frontière faible qui correspondent à la plupart des répétitions de la condition mot. Si, au sein de ce groupe avec un degré de frontière faible, on observe une tendance vers une réduction de la coarticulation avec l'augmentation de la frontière, on observe aussi que plusieurs de ces items ont un degré de coarticulation similaire à des items du groupe avec un fort degré de frontière. Cela implique que le degré de frontière seul ne détermine pas le degré de coarticulation. Comment donc expliquer le fait que selon les locutrices, et selon les répétitions de la même locutrice, il y a autant, ou moins, de coarticulation entre deux mots différents qu'entre deux syllabes au sein d'un même mot ? Si on admet que le degré de coarticulation (ou chevauchement) entre unités reflète la coordination temporelle entre des unités de parole planifiées dans un même plan phonétique, alors la coarticulation entre deux mots implique que le plan phonétique contient ces deux mots (ex. *papa* et *pilote*). Dans ce cas, on doit déterminer si la coordination entre toutes les syllabes de ce plan est la même (intra et intermot) ou si on introduit une différence entre coordination intra et intermot au sein de ce même plan. Or, puisque cette coordination intermot varie en fonction du locuteur, et des répétitions pour un même locuteur, il est nécessaire d'introduire soit un mécanisme rendant flexible cette coordination (un *modulation gesture*, pour une discussion voir Iskarous et Pouplier, en publication) ; soit de concevoir que, d'une répétition à l'autre, les deux mots peuvent appartenir soit au même plan phonétique, soit à deux plans phonétiques différents, et donc que la taille des unités de planification dans laquelle les unités sont coordonnées est variable. Une hypothèse alternative serait que deux mots ne sont jamais dans le même plan phonétique, c'est-à-dire que la frontière de mot est à l'image des autres frontières prosodiques. Dans ce cas, la coordination entre les syllabes /pa/ et /pi/ de *papa pilote* n'est pas spécifiée au niveau du plan phonétique. En conséquence, la présence ou pas d'un chevauchement entre les voyelles et le degré de ce chevauchement n'est pas contrôlé à ce niveau d'encodage, mais dépend d'autres facteurs, comme le débit de parole ou la présence éventuelle d'une pause. Cette hypothèse serait en ligne avec les résultats de Luo et al. (2016), Byrd et Tan (1996), et Hardcastle (1985, voir introduction), qui montrent plus, ou moins, ou pas de différence dans le degré de chevauchement entre deux consonnes à travers d'une frontière de mot en fonction du débit : la variabilité inter- et intra-individuelle dans la coarticulation extrasyllabique, à travers des mots mais aussi des frontières prosodiques supérieures, découlerait du fait que la coordination temporelle entre ces éléments n'est pas spécifiée (au niveau phonétique) mais dépend de contraintes (prosodiques, rythmiques, de débit) liées à l'agencement séquentiel des plans phonétiques dans un cadre temporel répondant à l'organisation de la chaîne parlée à un plus haut niveau. Nos recherches futures sur les différences de coarticulation en fonction du débit et en fonction des atteintes dans les troubles moteurs de la parole viseront à explorer davantage cette hypothèse.

Remerciements

Cette étude a été financée par les projets MoSpeeDi - CRSII5_173711/1 et ChaspeePro CRSII5_202228 du Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique.

Références

- BATES, D., MAECHLER, M., BOLKER, B., WALKER, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48. doi : [10.18637/jss.v067.i01](https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01)
- BYRD, D. (1996). Influences on articulatory timing in consonant sequences. *Journal of Phonetics*, 24(2), 209-244. doi : [10.1006/jpho.1996.0012](https://doi.org/10.1006/jpho.1996.0012)
- BYRD, D. (2000). Articulatory vowel lengthening and coordination at phrasal junctures. *Phonetica*, 57(1), 3-16. doi : [10.1159/000028456](https://doi.org/10.1159/000028456)
- BYRD, D., CHOI, S. (2010). At the juncture of prosody, phonology, and phonetics -The interaction of phrasal and syllable structure in shaping the timing of consonant gestures. *Laboratory Phonology*, 10, 31-59. doi : [10.1515/9783110224917.1.31](https://doi.org/10.1515/9783110224917.1.31)
- BYRD, D., SALTZMAN, E. (1998). Intra-gestural dynamics of multiple prosodic boundaries. *Journal of Phonetics*, 26(2), 173-199. doi : [10.1006/jpho.1998.0071](https://doi.org/10.1006/jpho.1998.0071)
- BYRD, D., TAN, C. C. (1996). Saying consonant clusters quickly. *Journal of Phonetics*, 24(2), 263-282. doi : [10.1006/jpho.1996.0014](https://doi.org/10.1006/jpho.1996.0014)
- CHO, T. (2004). Prosodically conditioned strengthening and vowel-to-vowel coarticulation in English. *Journal of Phonetics*, 32(2), 141-176. doi : [10.1016/S0095-4470\(03\)00043-3](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(03)00043-3)
- DUEZ, D. (1992). Second formant locus-nucleus patterns: An investigation of spontaneous French speech. *Speech Communication*, 11(4-5), 417-427. doi : [10.1016/j.wocn.2016.12.003](https://doi.org/10.1016/j.wocn.2016.12.003)
- GUIARD-IVENT, F. (2018). Coarticulation C-à-V en français : interaction avec le type de voyelle, la position prosodique et le style de parole. Thèse de Doctorat, U. Sorbonne-Nouvelle.
- GROSVOLD, M. (2009). Interspeaker variation in the extent and perception of long-distance vowel-to-vowel coarticulation. *Journal of Phonetics*, 37(2), 173-188. doi : [10.1016/j.wocn.2009.01.002](https://doi.org/10.1016/j.wocn.2009.01.002)
- HARDCASTLE, W. J. (1985). Some phonetic and syntactic constraints on lingual coarticulation during /kl/ sequences. *Speech Communication*, 4(1-3), 247-263. doi : [10.1016/0167-6393\(85\)90051-2](https://doi.org/10.1016/0167-6393(85)90051-2)
- ISKAROUS K., POUPLIER M. (EN PUBLICATION) A critical appraisal of space and time in Articulatory Phonology. Prepublishing, <https://sail.usc.edu>
- KRIVOKAPIC, J. (2014). Gestural coordination at prosodic boundaries and its role for prosodic structure and speech planning processes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1658), 20130397. doi : [10.1098/rstb.2013.0397](https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0397)
- LENTH, R., LOVE, J., LENTH, M. R. (2018). Package ‘lsmmeans’. *The American Statistician*, 34(4), 216–221. doi : [10.1080/00031305.1980.10483031](https://doi.org/10.1080/00031305.1980.10483031)

- LUO, S. (2016). Gestural overlap across word boundaries: Evidence from English and Mandarin speakers. *Canadian Journal of Linguistics*, 62(1), 56-83. doi : [10.1017/cnj.2016.37](https://doi.org/10.1017/cnj.2016.37)
- MEYNADIER, Y. (2004). Articulation et coarticulation aux frontières prosodiques en français. In *XXV^e Journées d'Etude sur la Parole* (pp. 381-384).
- ROBERT, V., WROBEL-DAUTCOURT, B., LAPRIE, Y., BONNEAU, A. (2005). Inter-speaker variability of labial coarticulation with the view of developing a formal coarticulation model for french. In *5th Conference on Auditory-Visual Speech Processing-AVSP 2005*.
- SCARBOROUGH, R., ZELLOU, G. (2013). Clarity in communication: “Clear” speech authenticity and lexical neighborhood density effects in speech production and perception. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134(5), 3793-3807. doi : [10.1121/1.4824120](https://doi.org/10.1121/1.4824120)
- SINGMANN, H., BOLKER, B., WESTFALL, J., AUST, F. (2016). afex: Analysis of Factorial Experiments. *R Package Version 0.16-1*. <https://CRAN.R-project.org/package=afex>.
- TABAIN, (2003) Effects of prosodic boundary on /aC/ sequences: acoustic results. *Journal of Acoustic Society of America (JASA)*, 113, 516-531. doi : [10.1121/1.1523390](https://doi.org/10.1121/1.1523390)
- VAN DEN HEUVEL, H., CRANEN, B., RIETVELD, T. (1996). Speaker variability in the coarticulation of /a, i, u/. *Speech Communication*, 18(2), 113-130. doi : [10.1016/0167-6393\(95\)00039-9](https://doi.org/10.1016/0167-6393(95)00039-9)
- ZELLOU, G. (2017). Individual differences in the production of nasal coarticulation and perceptual compensation. *Journal of Phonetics*, 61, 13-29. doi : [10.1121/10.0000951](https://doi.org/10.1121/10.0000951)
- WHALEN, D. H., CHEN, W. R. (2019). Variability and central tendencies in speech production. *Frontiers in Communication*, 49. doi : [10.3389/fcomm.2019.00049](https://doi.org/10.3389/fcomm.2019.00049)