



# Effets de la durée vocalique et du locuteur sur le degré de coarticulation C-à-V en français : étude sur grands corpus.

Fanny Guitard-Ivent<sup>1</sup>

(1) Lab. de Phonétique et Phonologie, UMR 7018, CNRS/Sorbonne-Nouvelle,  
19 rue des Bernardins, 75005 Paris, France  
fanny.ivent@univ-paris3.fr

## RESUME

---

Cette étude examine la coarticulation C-à-V en fonction de la durée des voyelles et de la variabilité entre locuteurs à partir de grands corpus du français. Les changements de F2 des voyelles selon le contexte consonantique (alvéolaire *vs.* uvulaire) sont testés sur 26k voyelles /i, E, a, ɔ, u/ (/E/ = /e, ε/) réparties en 3 tranches de durée (courte/moyenne/longue). L'effet du locuteur et l'interaction locuteur\*durée sont étudiés à partir de 3,5k /a/ produits par 8 locuteurs. Les résultats montrent que plus les voyelles sont courtes, plus l'effet contextuel est fort (excepté pour /u/). La coarticulation comme sa modulation par la durée sont fonction du locuteur. Pour deux locuteurs, l'effet contextuel est indépendant de la durée alors qu'un ajustement sur deux ou trois niveaux de durée est observé pour les autres. Plus surprenant, l'augmentation de la coarticulation des voyelles courtes se fait sur un contexte particulier dépendant du locuteur.

## ABSTRACT

---

**Effects of vowel duration and speaker on the degree of C-to-V coarticulation in French: study on large corpora.**

This study examines C-to-V coarticulation according to vowel duration and inter-speaker variability using large French corpora. Contextual effects are measured as F2 changes in relation to the adjacent consonant (alveolar *vs.* uvular). 26k tokens of /i, E, a, ɔ, u/ (/E/=e, ε/) splitted into 3 duration classes (short, medium, long) are studied. Speaker-dependent effects and the interaction between speaker and vowel duration, are analyzed from 3.5k /a/ produced by 8 speakers. Results show that the shorter the vowels, the stronger the C-to-V coarticulation (except for /u/). Coarticulation and its modulation according to vowel duration are speaker-dependent. For two speakers, contextual effect is independent of vowel duration whereas two- or three-way contrasts are observed for the others. Surprisingly, the increase of coarticulation for short vowels favors a particular context (alveolar or uvular) which is speaker-dependent.

---

**MOTS-CLES :** coarticulation, locuteur, durée, acoustique, grand corpus

**KEYWORDS:** coarticulation, speaker, duration, acoustic, large corpora

---

## 1 Introduction

L'étude qui est présentée ici s'insère dans le cadre de mes recherches de doctorat visant à mieux comprendre la coarticulation C-à-V en français en analysant notamment si et comment le contexte consonantique interagit avec d'autres facteurs de variation. Les effets de la coarticulation sur les

propriétés spectrales des voyelles sont particulièrement étudiés à partir de l'examen de grands corpus de parole.

Les grands corpus de parole permettent de tester de manière systématique des phénomènes phonétiques, tels que la coarticulation, en prenant en considération différents facteurs de variation. De récentes études, traitant de l'interaction entre coarticulation et prosodie en français, ont montré que la coarticulation C-à-V (Guitard-Ivent, Fougeron, 2017) comme V-à-V (Turco, Audibert, Fougeron, 2015), étudiées à partir de 17k et 33k voyelles respectivement, étaient réduites en position initiale de Groupe Intonatif (comparé à la position interne de Groupe Intonatif). Une autre étude portant sur l'interaction entre coarticulation (C-à-V et V-à-V) et style de parole, menée sur 15k voyelles, a montré que les voyelles étaient plus fortement coarticulées en parole conversationnelle qu'en parole journalistique, plus formelle (Turco, Guitard-Ivent, Fougeron, 2017). Ainsi, les tendances observées en parole naturelle ont permis de confirmer des résultats d'études menées sur du matériel plus contrôlé en condition de laboratoire (p.ex. : Cho et al., 2017 pour l'effet de la position prosodique, et Moon, Lindblom 1994 pour l'effet du style de parole) parfois contredits par d'autres travaux. Ce présent travail est une sous-analyse des études précédemment citées. On sait que la durée des segments et le locuteur sont des facteurs de variation majeurs. L'idée est donc d'aller encore plus au cœur des données afin de tester comment le contexte consonantique interagit avec ces derniers facteurs pour apporter un éclairage nouveau aux principaux résultats de ma thèse, enrichir et affiner certaines interprétations.

La durée des segments est la cause de nombreuses variations dans la parole. On sait notamment que les voyelles courtes sont plus fortement influencées par le contexte consonantique (Lindblom, 1963 ; Vaissière, 1985 ; Gendrot, Adda-Decker, 2005). Selon Lindblom, l'amplitude des déplacements de formants dépend de la durée de la voyelle et de la distance entre le locus des consonnes et la cible des voyelles. Plus la durée est courte et les distances CV sont importantes, plus les déplacements sont importants. Il semble donc crucial de prendre ces deux paramètres en compte pour mieux appréhender les variations vocaliques.

Au delà des variations dues aux caractéristiques anatomiques des locuteurs, chaque individu possède des particularités articulatoires qui lui sont propres. Ainsi, le signal de parole se trouve coloré par les caractéristiques idiosyncratiques du locuteur, comme les spécificités dues à la provenance géographique du locuteur ou à son appartenance sociale, pouvant se révéler être des indices pertinents pour la reconnaissance du locuteur. Plusieurs études affirment que la coarticulation V-à-V (Grosvald, 2009) comme C-à-V (Su et al., 1974) seraient fonction du locuteur, mais les résultats concernant la pertinence de cet indice pour la reconnaissance du locuteur divergent. Su et al. (1974) affirment que la coarticulation est un indice pertinent pour la reconnaissance du locuteur mais cela a été contredit par Khan (2011). Selon Grosvald et Su et al. nous nous attendons à observer des différences entre locuteurs dans le degré de coarticulation C-à-V indépendamment des éventuelles implications que cela peut avoir pour la reconnaissance du locuteur.

On sait que les formants des voyelles courtes n'atteignent pas leur cible acoustique et que la durée est le facteur le plus déterminant pour les cas d'*undershoot* (Lindblom, 1963). Si, nous trouvons des locuteurs qui coarticulent moins que d'autres, on peut se demander s'ils s'accommodent de la durée de la même manière que les autres. Est-ce que des locuteurs qui coarticulent peu, sont aussi moins sensibles aux variations de durée ? Selon Moon et Lindblom (1994) l'amplitude des variations formatives traduisent d'une certaine manière l'effort articulatoire d'un locuteur. En augmentant la précision articulatoire, et donc l'effort articulatoire fourni, un locuteur peut parler plus vite sans

coarticuler plus. Notre étude porte uniquement sur des données acoustiques, nous ne pourrions donc pas tester directement l'effort articulatoire. Cependant, il sera intéressant de voir si certains locuteurs s'accommodent différemment des variations de durée, et de mettre ces résultats en relation avec les profils coarticulatoire et sociolinguistique du locuteur.

Dans le but de mieux comprendre la coarticulation C-à-V en français et d'affiner les interprétations de nos précédentes études portant sur l'interaction entre coarticulation et prosodie, ou coarticulation et style de parole, nous chercherons à savoir : 1) si et comment la coarticulation C-à-V est modulée par la durée des voyelles ; 2) si certains locuteurs se distinguent dans leur profil coarticulatoire ; et 3) si la modulation de la coarticulation selon la durée de la voyelle est fonction du locuteur.

## 2 La coarticulation C-à-V est-elle fonction de la durée vocalique ?

### 2.1 Méthode

L'ensemble du matériel linguistique est extrait de deux corpus du français standard publiquement disponibles : ESTER (Gravier et al., 2006) et NCCFr (Torreira et al., 2010). ESTER est un corpus de parole journalistique contenant des émissions radio-télévisées, en partie pré-écrites, d'informations et de débats sur des sujets politiques et sociétaux. Le corpus NCCFr est composé de conversations entre amis sur des sujets sociétaux lors d'échanges en face à face. Pour cette étude, 23 locuteurs masculins (15 NCCFr et 8 ESTER) ont été sélectionnés selon la quantité de matériel à disposition.

#### 2.1.1 Matériel linguistique & prétraitements

À partir des données de ces 23 locuteurs, nous avons analysé 26k exemplaires des voyelles /i, E, a, u, ɔ/ (/E/=e, E/) en séquences CVC. La consonne adjacente (gauche ou droite) pouvait être soit une consonne alvéolaire ( $C_{ALV}=/t, d, z, s, l, n/$ , p.ex. *dépanner* /depane/) connue pour attirer F2 vers leur locus à 1800Hz), soit une consonne uvulaire ( $C_{UV}=/R/$  p.ex. *appareil* /apaRɛj/, connue pour abaisser le F2 des voyelles (et élever F1). Le contexte opposé était toujours une consonne labiale. Enfin, selon d'autres études sur le français menées sur des corpus semblables (Gendrot, Adda-Decker, 2005) ou identiques (Audibert et al., 2014), les voyelles étaient regroupées en trois catégories de durée : 1) les voyelles d'une durée de 50 ms étaient rangées dans la catégorie des voyelles courtes (COURTE) ; 2) les voyelles de 60 à 80 ms étaient assignées la catégorie voyelles moyennes (MOYENNE) et 3) les voyelles dont la durée était comprise entre 90 et 150 ms faisaient partie des voyelles longues (LONGUE). Un résumé du matériel linguistique utilisé est présenté Tableau 1.

Les effets contextuels ont été mesurés par les changements du second formant (F2) de la voyelle V selon le lieu d'articulation de la consonne adjacente C. Les valeurs de F2 ont été extraites en utilisant Praat (Boersma, Weenink, 2014) sur un alignement automatique forcé, en prenant la moyenne des valeurs extraites à 1/3, 1/2 et 2/3 de chaque voyelle. Afin d'éliminer les valeurs de formants aberrantes, un filtre a été selon les mêmes critères que ceux utilisés dans (Gendrot, Adda-Decker, 2005). Afin de réduire les potentiels effets dus aux différences anatomiques entre locuteurs, une transformation des valeurs de F2 en z-scores par locuteur a été effectuée.

### 2.1.2 Analyse statistique

Afin de tester l'effet de la durée sur la coarticulation C-à-V, nous avons construit un modèle mixte pour chacune des 5 voyelles étudiées /i, E, a, ə, u/ à l'aide du logiciel R et de la bibliothèque 'lme4'. Ainsi, nous avons testé les relations entre les valeurs de F2 (z-score) de V et les facteurs suivants : 1) *durée* de la voyelle (COURTE vs. MOYENNE vs. LONGUE) et 2) *contexte* (C<sub>ALV</sub> vs. C<sub>UV</sub>). La structure fixe contenait aussi une interaction entre les deux facteurs. Nous avons modélisé un intercept par locuteur et par mot. Afin d'éviter un taux élevé d'erreur de Type I les pentes aléatoires par locuteur et mot ont été incluses pour le facteur *contexte*. Cela correspond à la variabilité entre locuteurs (et entre mots) de l'effet du contexte sur F2. Les valeurs de p ont été obtenues par approximations de type *Satterthwaite* à l'aide de la fonction *lmerTest*. Le seuil de référence a été fixé à p<.05. Les effets de chaque facteur fixe et de leur interaction ont été testés par comparaison de modèles avec la fonction *anova*. Les valeurs de R<sup>2</sup> associées à chaque modèle ont été obtenues à l'aide de la fonction *r.squaredGLMM* intégrée dans la bibliothèque 'MuMIn'. Les analyses des contrastes à postériori ont été effectuées avec la fonction *lsmeans* (bibliothèque 'emmeans').

	COURTE		MOYENNE		LONGUE	
	C <sub>ALV</sub>	C <sub>UV</sub>	C <sub>ALV</sub>	C <sub>UV</sub>	C <sub>ALV</sub>	C <sub>UV</sub>
/i/ (4048)	1094	140	1862	262	571	119
/E/ (9123)	2611	744	3462	1086	885	335
/a/ (8616)	2389	721	3341	1095	735	335
/ə/ (2579)	471	449	737	533	205	184
/u/ (2022)	167	371	378	699	140	267
<i>total</i>	<i>9157</i>		<i>13455</i>		<i>3776</i>	

TABLE 1 : Résumé du matériel linguistique.

## 2.2 Résultats

Les résultats des analyses statistiques par voyelle sont résumés dans le Tableau 2. On peut voir qu'un effet du *contexte* consonantique s'observe sur toutes les voyelles /i,E,a,ə,u/. Sans surprise, le F2 des voyelles est plus élevé en contexte alvéolaire qu'en contexte uvulaire. Un effet de la *durée* sur le F2 des voyelles est aussi observé. Comme attendu, plus les voyelles /i/ et /E/ sont longues, plus leur F2 est élevé alors que l'allongement de la voyelle /u/ se traduit par un abaissement de son F2. Ceci indique que ces voyelles tendent plus vers leurs cibles lorsqu'elles sont longues. En revanche, un effet partiel est trouvé pour la voyelle /a/ : le F2 d'un /a/ moyen est plus élevé que le F2 d'un /a/ long. Aucun effet de la durée n'apparaît pour /ə/. Plus important, une interaction entre nos deux facteurs *contexte* et *durée* a été trouvée pour toutes les voyelles excepté /u/. Plus les voyelles /i,E,a,ə/ sont courtes, plus l'effet contextuel est fort. L'effet trouvé s'échelonne sur les trois niveaux de durée testés (COURTE > MOYENNE > LONGUE). En revanche, la coarticulation de la voyelle /u/ se fait indépendamment de la durée de la voyelle. Quelle que soit la durée de /u/, l'effet contextuel reste inchangé. Ces résultats sont présentés Figure 1 (à gauche la voyelle /i/, au centre la voyelle /a/, et à droite la voyelle /u/). Il est intéressant de noter que la voyelle /i/ souvent décrite comme peu ou pas variable présente, comme les autres voyelles, des variations contextuelles. Une résistance à la variation est observée uniquement lorsque la voyelle est longue.

	Effets des facteurs fixes				Interaction	
	contexte	$\chi^2(1)$	durée	$\chi^2(2)$	contexte*durée	$\chi^2(2)$
/i/ $R^2_{(m,c)}=0.05, 0.32$	ALV > UV	16***	C < M < L	44***	Effet du contexte : C > M > L	35***
/E/ $R^2_{(m,c)}=0.15, 0.50$	ALV > UV	47***	C < M < L	282***	Effet du contexte : C > M > L	51***
/a/ $R^2_{(m,c)}=0.48, 0.68$	ALV > UV	65***	L < M	11**	Effet du contexte : C > M > L	57***
/ɔ/ $R^2_{(m,c)}=0.52, 0.80$	ALV > UV	50***	C = M = L	0.5 <sup>ns</sup>	Effet du contexte : C > M > L	57***
/u/ $R^2_{(m,c)}=0.28, 0.53$	ALV > UV	58***	C > M > L	102***	Effet du contexte : C = M > L	1 <sup>ns</sup>

TABLE 2 : Tests de vraisemblance des modèles mixtes testant les effets du *contexte*, de la *durée* et leur interaction pour les cinq voyelles testées /i,E,a,ɔ,u/. Les valeurs de  $\chi^2$  sont reportées comme estimations de la taille d'effet. Spécifications : pour le facteur *contexte* « ALV » = alvéolaire, « UV » = uvulaire ; pour le facteur *durée* « C » = COURTE, « M » = MOYENNE et « L » = LONGUE. Les valeurs de p significatives sont indiquées par l'astérisque \* (p<.05 = \*, p <.001 = \*\*, p<.000 = \*\*\*).

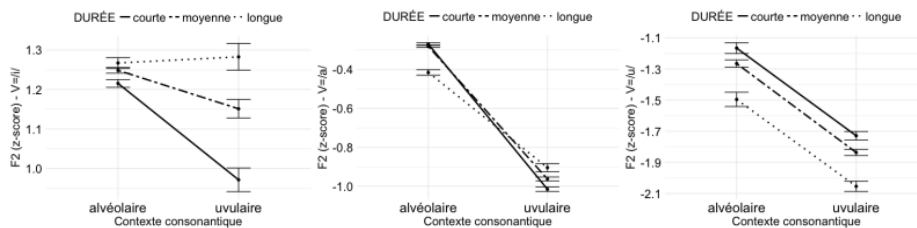


FIGURE 1: F2 (en z-score) des voyelles /i/ (à gauche), /a/ (au centre) et /u/ (à droite) en fonction du *contexte* consonantique (alvéolaire vs. uvulaire) et de la *durée* des voyelles (COURTE, MOYENNE, LONGUE).

### 3 Analyse par locuteur

Afin de tester si la coarticulation C-à-V est fonction du locuteur, 3,5k /a/ produits par les 8 locuteurs masculins du corpus ESTER, sélectionnés pour l'étude précédente, ont été analysés. Le choix de la voyelle s'est fait après observation du matériel. La voyelle /a/ étant la plus fréquente dans notre corpus, son analyse rendait l'analyse d'une interaction entre locuteur et durée envisageable.

#### 3.1 La coarticulation C-à-V est-elle fonction du locuteur ?

Dans cette partie nous analysons si les changements de F2 dus à la consonne adjacente sont dépendants du locuteur ou non. Autrement dit, nous voulons voir si la coarticulation est fonction du locuteur. Pour cela, nous avons construit un modèle linéaire mixte pour la voyelle /a/ dans le but de tester les relations entre les valeurs de F2 (z-score) et les facteurs *contexte* (alvéolaire vs. uvulaire) et *locuteur* (8 niveaux) en interaction. La structure aléatoire est composée d'un intercept par mot et d'une pente aléatoire pour le facteur contexte (ni l'interaction, ni le facteur locuteur n'ont pu être inclus dans la pente aléatoire pour problèmes de convergence). Pour les détails des logiciels et fonctions utilisés voir la sous-section 2.1.2. Les locuteurs sont présentés Figure 2. Nous noterons

que le profil dialectal d'un des huit locuteurs se distingue des autres. En effet, le locuteur AF est un journaliste camerounais. Il sera intéressant de voir si ce locuteur se distingue ou non des autres dans son profil coarticulatoire.

Le modèle mixte ( $R^2_m = 0.60$ ,  $R^2_c = 0.79$ ) révèle un effet du contexte ( $\chi^2(1) = 659$ ,  $p < .0001^{***}$ ) et du locuteur ( $\chi^2(7) = 330$ ,  $p < .0001^{***}$ ). Le F2 de /a/ est plus élevé en contexte alvéolaire qu'en contexte uvulaire. Le F2 de /a/ diffère d'un locuteur à l'autre sauf dans quelques cas : pas de différence entre les locuteurs CH et PLM, ni entre DB et ST tout comme entre JMS, YD et AP. Plus intéressant, notre analyse fait ressortir une interaction entre nos deux facteurs ( $\chi^2(1) = 411$ ,  $p < .0001^{***}$ ) montrant que la coarticulation est fonction du locuteur. Les tests d'interactions menés à posteriori nous ont permis de répartir les locuteurs sur une échelle de coarticulation sur quatre niveaux :  $AF < CH < PLM = DB < JMS = ST = YD < AP$ . La Figure 2 illustre ce résultat. Les locuteurs sont présentés en abscisse et rangés hiérarchiquement du moins « coarticulateur » au plus « coarticulateur ». Les zones grises indiquent qu'il n'y a pas de différence significative entre les locuteurs concernés. La ligne pleine représente le contexte alvéolaire et la ligne en pointillés représente le contexte uvulaire. Plus l'écart entre les deux lignes pour un locuteur donné est important, plus l'effet contextuel est fort.

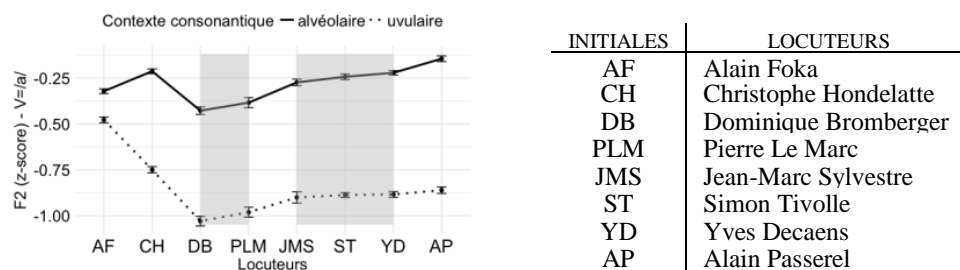


FIGURE 2: F2 de /a/ en z-score par locuteur (rangé du moins « coarticulateur » au plus « coarticulateur ») en fonction du contexte consonantique (alvéolaire vs. uvulaire). Les zones grises indiquent un effet identique du contexte pour les locuteurs concernés. Les noms et prénoms des locuteurs correspondants aux codes locuteurs, sont reportés dans le tableau à droite du graphique.

### 3.2 La modulation de la coarticulation par la durée de V dépend-elle du locuteur ?

L'objectif de cette dernière analyse est de voir si la modulation par la durée est la même pour tous les locuteurs. Pour tester cela, à notre précédent modèle, nous avons rajouté le facteur *durée* en interaction avec le *contexte* consonantique et le *locuteur*. La structure aléatoire reste inchangée à savoir un intercept par mot et d'une pente aléatoire pour le facteur contexte. Nos précédentes analyses ont révélées une interaction : 1) entre le contexte et la durée (pour les voyelles /i, E, a, ə/) et 2) entre le contexte et le locuteur (pour la seule voyelle testée /a/). Ainsi nous avons pu voir que la coarticulation était modulée par la durée et qu'elle était fonction du locuteur. Si notre nouvelle analyse, menée sur la voyelle /a/, révèle une triple interaction, nous pourrions conclure que la modulation de la coarticulation selon la durée de la voyelle est fonction du locuteur.

Le modèle mixte ( $R^2_m = 0.62$ ,  $R^2_c = 0.79$ ) révèle un effet du contexte ( $\chi^2(1) = 661$ ,  $p < 0001^{***}$ ), du locuteur ( $\chi^2(7) = 330$ ,  $p < .0001^{***}$ ) et de la durée ( $\chi^2(2) = 6.607$ ,  $p = 0.04^*$ ). Comme attendu, le F2 de /a/ est plus élevé en contexte alvéolaire qu'en contexte uvulaire et il diffère d'un locuteur à l'autre. Concernant la durée, l'analyse des contrastes par paire ne révèle au final aucune différence de F2

entre les catégories de durée. Plus intéressant, notre analyse révèle une triple interaction entre nos trois facteurs *contexte*, *locuteur* et *durée* ( $\chi^2(14)=29.388$ ,  $p = 0.009^{**}$ ). La modulation de la coarticulation selon la durée de la voyelle est donc fonction du locuteur. L'analyse des contrastes montre plusieurs patterns visualisables Figure 3 : 1) Pour deux locuteurs (CH et YD), la coarticulation est indépendante de la durée de la voyelle ; 2) un locuteur (PLM) ajuste son degré de coarticulation en fonction de la durée sur trois niveaux (COURTE > MOYENNE > LONGUE) ; 3) quant aux cinq autres, une modulation sur deux niveaux est observée. Quatre d'entre eux (DB, JMS, ST et AP) coarticulent plus les voyelles courtes et moyennes que les longues. Alors que le dernier (AF), qui est aussi le locuteur le moins « coarticulateur », coarticule plus les voyelles courtes que les moyennes et les longues. Contre toute attente, l'augmentation de la coarticulation des voyelles courtes se fait sur un contexte particulier dépendant du locuteur. Ce résultat sera discuté dans la prochaine section.

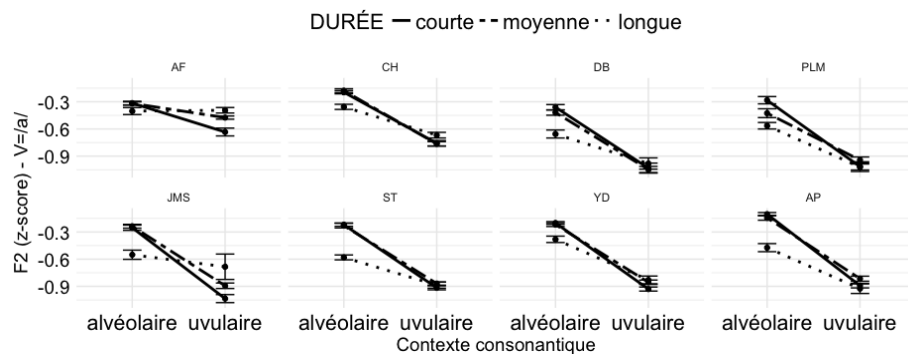


FIGURE 3 : F2 de la voyelle /a/ en z-score en fonction du *contexte* consonantique (alvéolaire vs. uvulaire) et de la *durée* de la voyelle (COURTE, MOYENNE, LONGUE) par locuteur.

## 4 Discussion & Conclusion

L'examen de 26k exemplaires des voyelles /i,E,a,o,u/ en séquence CVC a montré que plus les voyelles /i,E,a,o/ étaient courtes plus elles étaient enclines à la coarticulation. L'exploration de grands corpus de parole corrobore les résultats d'études menées sur du matériel plus contrôlé (Lindblom, 1963 ; Vaissière, 1985), et va dans le sens des travaux montrant que les voyelles sont plus variables lorsqu'elles sont courtes (Gendrot, Adda-Decker, 2005 ; Meunier, Espesser, 2012 ; Audibert et al., 2015). Cependant, en ce qui concerne la voyelle /u/, l'effet contextuel reste inchangé quelle que soit la durée de la voyelle. Ce dernier résultat, en opposition avec van den Heuvel et al. (1996), montre que pour cette voyelle les effets contextuels ne se résument pas à des cas de voyelles *undershoot* dus à un manque de temps pour atteindre les cibles articulatoires. Cela est cohérent avec la tendance universelle d'antériorisation des voyelles postérieures fermées pour laquelle l'hypothèse d'une origine coarticulatoire a été émise (Harrington, 2012).

Nos résultats de l'analyse par locuteur sur 3,5k /a/ ont montré que la coarticulation était fonction du locuteur comme cela avait déjà été rapporté (Nolan, 1983 ; van den Heuvel et al., 1996). Nous avons notamment identifié des locuteurs qui coarticulent très peu (AF) et d'autres qui coarticulent beaucoup (ex :AP). Il est intéressant de noter que le locuteur présentant un très faible degré de coarticulation, soit le locuteur camerounais. Ce profil de coarticulation particulier serait-il une spécificité dialectale ? On peut aussi imaginer que ces différences entre locuteurs soient attribuables à des variations de débit. Est-ce que les locuteurs qui coarticulent beaucoup, sont aussi ceux qui parlent vite ? La prise en compte du débit de parole semble nécessaire pour déterminer si ces

différents patterns de coarticulation sont juste la conséquence d'un débit de parole plus ou moins rapide.

La modulation de la coarticulation C-à-V selon la durée de la voyelle s'est révélée être dépendante du locuteur. Sur les huit locuteurs testés, deux ne modulent pas leur coarticulation selon la durée de la voyelle (CH et YD). Cela nous permet d'écarter l'idée selon laquelle un locuteur qui coarticule peu, serait moins affecté par les variations de durée puisque YD coarticule beaucoup (voir Figure 2). De plus, ce résultat semble indiquer que la coarticulation C-à-V n'est pas juste le résultat de voyelles réduites (*undershot*) causées par des contraintes temporelles. Les six autres locuteurs montrent plus de coarticulation sur les voyelles courtes. Alors que notre première analyse montrait que la coarticulation C-à-V était modulée selon les trois niveaux de durée testés (COURTE > MOYENNE > LONGUE), un seul de nos 8 locuteurs (PLM) présente effectivement une gradation du degré de coarticulation sur trois niveaux de durée. La première analyse contenait aussi les données des 15 locuteurs du corpus NCCFr. Est-ce que la modulation de la coarticulation par la durée est plus forte en parole conversationnelle où la coarticulation est plus importante (Turco et al., 2017) ? Une future analyse par locuteur sur ce corpus, permettra de répondre à cette question. Dans tous les cas, pour nos cinq autres locuteurs, la modulation de la coarticulation selon la durée de la voyelle, ne se fait que sur deux niveaux de durée. Pour quatre d'entre eux (DB, JMS, ST et AP) les voyelles courtes et moyennes sont plus coarticulées que les voyelles longues alors que pour un locuteur (AF) seules les voyelles courtes sont plus coarticulées que les voyelles moyennes et longues. La distribution des exemplaires de durée moyenne (60-80ms) nous permet d'écarter l'hypothèse d'une répartition inégale des exemplaires entre nos locuteurs. L'explication de cette différence se trouverait plutôt dans le profil particulier du locuteur AF. Ce dernier, coarticule très peu, les cas d'*undershoot* pour ce locuteur sont moins nombreux. Seules les voyelles les plus courtes sont marquées par un effet contextuel net pour ce locuteur. Dès que ces voyelles dépassent 50 ms, la coarticulation est nettement réduite comme c'est le cas pour les voyelles longues d'autres locuteurs. Cela traduit-il une plus grande précision articulatoire de la part de ce locuteur, suggérant un effort articulatoire plus important comme l'explique Moon, Lindblom (1994) ?

Enfin, il semblerait que l'ajustement coarticulatoire selon la durée de la voyelle se fasse sur un contexte particulier dépendant du locuteur. En effet, excepté pour le locuteur JMS réduisant l'effet de chaque contexte avec l'allongement de la voyelle, pour les cinq autres locuteurs affectés par la durée, l'ajustement se fait sur un seul contexte. Pour quatre d'entre eux, l'allongement de la voyelle conduit à une réduction de l'effet de la consonne alvéolaire. Pour le dernier locuteur (AF), la réduction de la coarticulation sur les cibles plus longues, passe par une élévation du F2 en contexte uvulaire généralement connu pour abaisser F2. L'observation des autres voyelles produites par ce locuteur, montre que l'ajustement de la coarticulation en fonction de la durée de la voyelle, se fait toujours sur ce contexte uvulaire. On peut donc facilement s'imaginer qu'une variation dialectale soit à l'origine de cet ajustement coarticulatoire particulier sur le contexte uvulaire.

Cette étude, menée sur 26k voyelles extraites de grands corpus de parole, a permis d'appuyer des observations menées sur des données plus contrôlées. À savoir que plus les voyelles sont courtes, plus elles sont coarticulées et que la coarticulation est fonction du locuteur. Nous avons aussi montré que la modulation de la coarticulation selon la durée de la voyelle était dépendante du locuteur. Les particularités dialectales permettent d'expliquer les principales variations entre locuteurs. La prise en compte du dialecte dans l'étude de la coarticulation semble donc fondamentale pour la suite.



## Références

- AUDIBERT N., FOUGERON C., GENDROT C., ADDA-DECKER M. (2015). Duration- vs. style-dependent variation: a multiparametric investigation. *Proceedings of the 2015 ICPhS conference*.
- CHO T., KIM D., KIM S. (2017). Prosodically-conditioned fine-tuning of coarticulatory vowel nasalization in English. *Journal of Phonetics* 64, 71-89.
- GRAVIER G., BONASTRE J-F., GEOFFROIS E., GALLIANO S., TAIT K. Mc., CHOUKRI K. (2006). Corpus description of the ESTER evaluation campaign for the rich transcription of French broadcast news. *Proceedings of European Conference on Speech Communication and Technology*, 139-142.
- GROSVALD M. (2009). Interspeaker variation in the extent and perception of long-distance vowel-to-vowel coarticulation. *Journal of Phonetics* 37 (2), 173-188.
- GUITARD-IVENT F., FOUGERON C. (2017). Domain-Initial strengthening as reduced coarticulation. *Proceedings of Phonetic and Phonology in Europe 2017 (PaPE)*.
- HARRINGTON J. (2012). The coarticulatory basis of diachronic high back vowel fronting, in M., Solé, J., Recasens, D., others (The Initiation of Sound Change: Perception, Production and Social Factors), 103-122.
- KAHN J. (2011). Parole de locuteur : performance et confiance en identification biométrique vocale.
- LINDBLOM B. (1963). Spectrographic study of vowel reduction. *Journal of the Acoustical Society of America* 35, 1773-1781.
- MEUNIER C., ESPESSER R. (2012). Vowel reduction in conversational speech in French: The role of lexical factors. *Journal of Phonetics* 39 (3), 271-278.
- MOON S. J., LINDBLOM B. (1994). Interaction between duration, context, and speaking style in English stressed vowels. *Journal of the Acoustical Society of America* 96, 40-55.
- NOLAN F. (1983). *The Phonetic Bases of Speaker Recognition*. Cambridge : Cambridge Univ. Press.
- SU L. S., LI K. P., FU K. S. (1974). Identification of speakers by use of nasal coarticulation. *Journal of the Acoustical Society of America* 56, 1867-1882.
- TORREIRA F., ADDA-DECKER M., ERNESTUS M. (2010). The Nijmegen corpus of casual French. *Speech Communication* 52, 201-212.
- TURCO G., FOUGERON C., AUDIBERT N. (2016). The effects of prosody on French V-to-V coarticulation : A corpus-based study. *Proceedings of Interspeech*, 998-1001.
- TURCO G., GUITARD-IVENT F. FOUGERON C. (2017). Speech style effects on non-local and local coarticulation in French. *Proceedings of International Seminar of Speech Production*.
- VAISSIÈRE J. (1985). Étude des variations allophoniques de la voyelle /a/ et ses conséquences pour la reconnaissance automatique de la parole. In XIV Journées d'Etudes de la Parole, Paris.
- VAN DEN HEUVEL H., CRANEN B., RIETVELD T. (1996). Speaker variability in the coarticulation of /a, i, u/. *Speech communication* 18 (2), 113-130.