

# Rôle des contextes lexical et post-lexical dans la réalisation du schwa : apports du traitement automatique de grands corpus

Yaru WU<sup>1</sup> Martine ADDA-DECKER<sup>1,2</sup> Cécile FOUGERON<sup>1</sup>

(1) UMR 7018 - Laboratoire de phonétique et phonologie (LPP), 19 rue des Bernardins, Paris, France

(2) Laboratoire d'informatique pour la mécanique et les sciences de l'ingénieur (LIMSI), Rue John Von Neumann, Orsay, France

{yaru.wu,martine.adda-decker,cecile.fougeron}@univ-paris3.fr

## RÉSUMÉ

---

Le rôle du contexte est connu dans la réalisation ou non du schwa en français. Deux grands corpus oraux de parole journalistique (ETAPE) et de parole familière (NCCFr), dans lesquels la réalisation de schwa est déterminée à partir d'un alignement automatique, ont été utilisés pour examiner la contribution du contexte au sein du mot contenant schwa (lexical) vs. au travers de la frontière avec le mot précédent (post-lexical). Nos résultats montrent l'importance du contexte pré-frontière dans l'explication de la chute du schwa dans la première syllabe d'un mot polysyllabique en parole spontanée. Si le mot précédant se termine par une consonne, nous pouvons faire appel à la loi des trois consonnes et au principe de sonorité pour expliquer des différences de comportement en fonction de la nature des consonnes en contact.

## ABSTRACT

---

### **Role of lexical and post-lexical contexts in French schwa realisations : benefits of automatic processing of large corpora**

The role of context is known to affect the realization/deletion of schwa in French. Two large corpora of public journalistic speech (ETAPE) and casual speech (NCCFr), in which schwa realization is defined via automatic forced alignment, are used to examine the contribution of context both within word (lexical) and across word boundaries (post-lexical). Our results highlight the role of the pre-boundary context in the observed schwa deletion rates. If the preceding word ends with a consonant, predictions follow the 3 consonants rule and sonority principles to explain the differences observed in schwa deletion rates.

**MOTS-CLÉS** : chute de schwa, grands corpus, parole spontanée, contexte pré-frontière, alignement forcé .

**KEYWORDS**: schwa deletion, large corpora, spontaneous speech, pre-boundary context, forced alignment.

---

## 1 Introduction

Depuis Grammont (Grammont, 1894), le schwa est décrit comme une voyelle instable dont la réalisation ou non-réalisation est fonction, entre autres, du contexte consonantique environnant. La présence du schwa deviendrait obligatoire dès lors que le cluster consonantique résultant de son élision potentielle inclut au moins trois consonnes. Grammont est ainsi à l'origine de la loi des

3 consonnes (L3C), qui prédit la présence obligatoire du schwa dans ce cas. Elle a été reprise et étudié par de nombreux phonéticiens et phonologues depuis (Durand *et al.*, 2009). En dépit d'une loi simple, la situation en production n'est cependant pas si simple. Grammont a lui-même décrit des exceptions en proposant par exemple que les clusters formés d'obstruante et liquide (par exemple [pl]) ne comptent que pour une seule consonne par rapport à cette loi (voir par exemple (Delattre, 1944, 1966; Lyche, 1993)). De plus, on sait qu'en plus des limitations pouvant être liées au nombre de consonnes successives, les restrictions dans les suites consonantiques permises dans les langues (et donc les propriétés phonotactiques de celles-ci), sont fonction de la nature des consonnes adjacentes, notamment en terme de rapport de sonorité (Clements, 1990). Ainsi la formation de groupe de consonne en attaque de syllabe privilégiera une suite à sonorité croissante jusqu'au noyau. Dans cette étude, nous nous intéresserons au poids de ces différentes contraintes (nombre et nature/sonorité des consonnes) sur la chute potentielle de schwa dans des cas où les consonnes pouvant être mises en contact lors de la chute de schwa appartiennent soit au même mot soit à des mots différents. Pour cela, nous étudions des mots polysyllabiques contenant un schwa en syllabe initiale d'un mot,  $\#C_1C_2(C_3)V$  position dans laquelle la déletion de schwa est fréquente (Côté, 2000), en fonction du nombre et de la nature des consonnes en contexte aussi bien au sein du mot (ex. s(e)crétaire = 3C [skR], f(e)nêtre = 2C [fn]), qu'au travers de la frontière de mot en considérant comment le mot précédent se termine (ex. la s(e)crétaire = 3C [a#skR] vs. bonne s(e)crétaire = 4C [n#skR]). L'accès à de grands corpus transcrits et alignés (en segments phonétiques) nous permet de localiser les contextes consonantiques susceptibles de générer ou d'élider un schwa à l'intérieur des mots et à leur frontière.

Dans la première partie de notre étude, nous étudierons les contraintes phonotactiques lexicales (interne au mot). Nous limitons notre étude à deux types de formes :

- Forme<sub>2C</sub> :  $\#C_1C_2V$
- Forme<sub>3C</sub> :  $\#C_1C_2C_3V$

avec "#" frontière de mot ; "\_" position de schwa ; V : voyelle pleine. Nous ne considérons pas la séquence  $\#C_1C_2C_3V$  trop peu fréquente dans nos données (ex. prenons). Ne rentrent pas non plus dans notre étude tous les mots monosyllabiques avec schwa comme noyau (le, de, ce, se, ...) extrêmement fréquents dans les corpus. Dans la deuxième partie, nous examinerons ces mêmes contraintes phonotactiques mais sur un domaine d'application post-lexical, i.e. au travers des frontières de mots. Nous comparerons deux types de contexte pré-frontière, c'est à dire précédant le mot contenant le schwa : le mot précédant se termine par une voyelle pleine (V#) ou par une consonne (C#). Les cas où le mot avec schwa est précédé d'une pause ou hésitation (cas relativement peu fréquent dans nos données) ne seront pas examinés en détail.

## 2 Méthodologie

Les approches et méthodes développées pour la reconnaissance automatique de la parole ont donné, entre autres, les systèmes d'alignement forcé, qui consistent à localiser les mots, ainsi que les segments qui les composent dans le flux de parole continu, à condition de disposer d'une transcription orthographique préalable. Les alignements correspondants peuvent servir pour élaborer ou pour valider des hypothèses linguistiques en production.

Afin de quantifier automatiquement les variantes majeures dans la parole, on peut faire appel à l'alignement automatique. En particulier pour les variantes concernant le schwa (avec ou sans schwa réalisé), il faut expliciter celles-ci dans le dictionnaire de prononciation. Si l'alignement automatique

peut avoir des erreurs ne permettant pas de localiser et identifier toutes les variantes effectivement produites, il permet néanmoins de faire émerger des tendances et surtout permet de traiter une grande quantité de parole (Bürki *et al.*, 2008). Cette approche est donc différente de celle suivie par le projet PFC (Durand *et al.*, 2003), par exemple, dans lequel la présence de schwa est déterminée à l'écoute.

Les données ont été alignées automatiquement par le système de reconnaissance automatique du LIMSI (Gauvain *et al.*, 2005). Afin de déterminer quels mots contiennent un schwa sous-jacent, nous utilisons la transcription phonologique de Lexique380 (New *et al.*, 2007) comme référence. Nous limitons notre étude à l'intersection des mots à schwa trouvés à la fois dans Lexique380 et dans nos corpus. Par exemple, les noms propres fréquents dans les corpus ne sont pas inclus dans Lexique.

Nous utilisons deux grands corpus dans notre étude incluant environ 80 heures de données de parole continue : (1) le corpus du projet ETAPE (Gravier *et al.*, 2012) qui contient 13 heures et demie de données radiophoniques et 29 heures de données télévisuelles incluant des débats et des conversations assez libres auquel ont été ajouté environ 15 heures du corpus radiophonique ESTER (Galliano *et al.*, 2005) ; (2) le corpus NCCFr (Torreira *et al.*, 2010), qui contient 35 heures de conversations familières entre amis.

Ces données ont été segmentées automatiquement en mots et en phonèmes par le système d'alignement forcé du LIMSI. Nous pouvons qualifier la transcription segmentale résultante de transcription phonétique dans la mesure où le système prévoit des prononciations avec variantes (avec et sans schwa) : cela veut dire que si un mot a été réalisé sans schwa entre deux consonnes, l'alignement forcé peut aligner directement les deux consonnes comme segments consécutifs sans forcer un segment schwa entre les deux - ce qui serait le cas sans variante. Nous pouvons donc supposer que la transcription segmentale résultante est proche de la prononciation des locuteurs. Il serait intéressant de tester si ces résultats restent stables ou s'ils varient, même légèrement, avec un autre système.

La transcription donnée par Lexique (New *et al.*, 2007), par opposition, nous donne la forme phonologique de référence puisqu'elle note si le mot contient un schwa. C'est donc en regardant la différence de transcription au niveau de la présence du schwa entre Lexique (forme théorique sous-jacente) et les formes alignées de ETAPE/NCCFr (productions des locuteurs) que nous déterminons si le schwa a été produit ou non. Nous avons tout d'abord généré une liste de prononciation de référence pour chacun des mots présents à la fois dans Lexique et dans le corpus ETAPE ou NCCFr. Ainsi, chaque mot retenu est accompagné de sa prononciation provenant de Lexique (forme phonologique) et de sa prononciation alignée (production du locuteur) permettant de catégoriser l'occurrence comme ayant un schwa 'présent' ou 'absent' (catégories que nous utiliserons dans les figures suivantes) et donc un taux de réalisation/chute de schwa.

La table 1 résume les conditions testées et la terminologie adoptée. Nous mesurons d'abord les taux de réalisation/chute de schwa à l'intérieur des mots tous contextes pré-frontière confondus. Nous ne considérons que les schwas en syllabe initiale de mots polysyllabiques et ceci dans deux types de formes,  $\text{Forme}_{2C}$  et  $\text{Forme}_{3C}$  : la position de schwa est précédée de 1 consonne et suivie de 1 ou 2 consonnes. Nous éclatons ensuite ces contextes génériques suivant la nature des consonnes afin d'étudier le lien entre les taux de chute de schwa et la sonorité croissante ou non de la séquence qui résulterait de la chute du schwa. Afin de déterminer la sonorité des catégories, nous retenons l'échelle de sonorité simplifiée suivante :

$$Sn(C') \leq Sn(L) \leq Sn(G) \leq Sn(V)$$

où  $C'$  représente les non-approximantes (plosives, nasales, fricatives), L les liquides, G les glides et V les voyelles. Partant de l'hypothèse que lors de la chute de schwa, les consonnes en présence se

resyllabent avec la voyelle suivante, nous regarderons si la chute de schwa est préférée lorsque les consonnes forment une séquence de sonorité croissante (i.e. respectant le principe de sonorité, ☺) plutôt que décroissante (☹) ou en plateau (☺). Afin de comparer les contextes sur un nombre suffisant de données, nous ne retenons que les clusters avec au moins 500 occurrences (voir partie 3.1) dans les deux corpus. Pour cette raison, seuls les séquences contenant des C' et L dans les formes  $Forme_{2C}$  présentées dans le tableau ont été examinées.

Ensuite, nous étendons nos analyses au niveau post-lexical en examinant les taux de réalisation du schwa suivant que le mot précédent se termine avec une voyelle pleine (V#) ou une consonne (C#).

Condition	Nombre de consonnes considérées	Séquences en fonction de l'échelle de sonorité	
Contraintes phonotactiques lexicales		$S(C_1) < S(C_2)$ ?	
Intra-mot	Forme $_{2C}$ : /ə/   #C $_1$ __C $_2$ V	#C'__C'V ☹ #C'__LV ☹ #L__C'V ☹	petite, semaine sereine, pelouse revue, leçon
	Forme $_{3C}$ : /ə/   #C $_1$ __C $_2$ C $_3$ V	<b>NA (pas assez de tokens)</b>	chevron, secrète
Contraintes phonotactiques post-lexicales			
Contexte pré-frontière = V			
Inter-mot	Forme $_{2C}$ : /ə/   V#C $_1$ __C $_2$ V	V#C'__C'V ☹ V#C'__LV ☹	les petites, la semaine la sereine, la pelouse
	Forme $_{3C}$ : /ə/   V#C $_1$ __C $_2$ C $_3$ V	<b>NA (pas assez de tokens)</b>	la revue, des leçons
Contexte pré-frontière = C			
	Forme $_{2C}$ : /ə/   C#C $_1$ __C $_2$ V	C#C'__C'V ☹	cette petite, cinq revues
Styles	J :	journalistique et conversations radio et TV du corpus ETAPE	
	F :	conversations familiaires du corpus NCCFr	

TABLE 1 – Récapitulatif de plan expérimental : étude du schwa en syllabe initiale de mots polysyllabiques en divers contextes consonantiques (classes C'={plosives, nasales, fricatives} ; L=[ l ,ʃ]) ignorant ou non le mot précédent.

### 3 Résultats et discussion

#### 3.1 Quantification des contextes avec schwa

La table 2 présente le nombre d'occurrences dans chacune des conditions examinées. Alors que les mots contenant un schwa sont assez fréquents (12-15% des mots-tokens du corpus), il n'y a que 2-4 % des mots-tokens où le schwa est situé dans des mots polysyllabiques, dont plus que la moitié se trouvent dans la syllabe initiale du mot. Parmi ceux-ci, les sous-ensembles de mots de  $Forme_{2C}$  et  $Forme_{3C}$  sont indiqués dans les trois dernières lignes du tableau.

Corpus :	J (Etape)	F (NCCFr)	J (Etape)	F (NCCFr)	Exemples
	Tokens		Types		
Nombre de mots dans les corpus	562041	441391	14730	11551	
dont :					
mot avec schwa (C <sub>-</sub> )	84252	54145	2195	1210	ce,demain,simplement
polysyllabique avec schwa (C <sub>-</sub> C)	21950	10958	2052	1185	demain,simplement
avec schwa en syllabe initial (#C <sub>1</sub> -C <sub>2</sub> )	11508	6464	906	533	demain, petite,secret
Forme <sub>2C</sub> (#C <sub>1</sub> -C <sub>2</sub> V)	7433	5003	631	383	demain, petite,
Forme <sub>3C</sub> (#C <sub>1</sub> -C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> V)	2887	902	214	111	secret, retraite

TABLE 2 – Nombre d’occurrences (tokens) et de mots (types) pour les deux corpus J et F et pour les sous-ensembles de mots incluant un schwa en position : C<sub>-</sub>, C<sub>-</sub>C, #C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>, #C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>V et #C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>C<sub>3</sub>V.

## 3.2 Contraintes phonotactiques lexicales

### 3.2.1 Réalisation du schwa en syllabe initiale de mot polysyllabique

Dans cette partie, nous discutons du comportement de schwa pour les Forme<sub>2C</sub> : #C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>V) et Forme<sub>3C</sub> (#C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>C<sub>3</sub>V) dans les deux corpus sans considérer le contexte pré-frontière. Comme illustré dans la figure 1, nous observons plus de chute de schwa au sein du mot pour la Forme<sub>2C</sub> que pour la Forme<sub>3C</sub> aussi bien dans le corpus J (journalistique) que dans le corpus F (familier). La chute de schwa est donc moins fréquente si elle provoque une suite de trois consonnes qu’une suite de deux consonnes, comme prédit par la règle des 3 consonnes de Grammont.

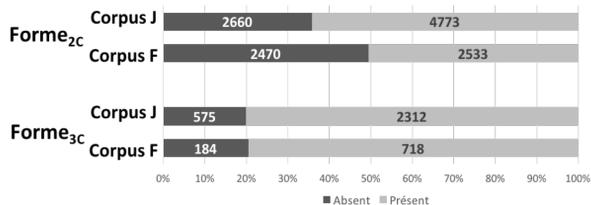


FIGURE 1 – Réalisation du schwa dans les mots de type Forme<sub>2C</sub> (#C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>V) et Forme<sub>3C</sub> (#C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>C<sub>3</sub>V) en fonction des corpus (J et F). « Présent » indique qu’un segment schwa a été aligné ; « Absent » indique qu’un segment schwa n’a pas été aligné.

D’autre part, comme on pouvait s’y attendre, la chute de schwa est globalement plus fréquente dans le corpus de parole conversationnelle (F) que dans le corpus journalistique (J) (Brognaux *et al.*, 2014). La comparaison de ces deux facteurs influençant la réalisation ou non de schwa révèle une interaction intéressante : la différence de réalisation ou non du schwa entre les corpus J et F est plus grande pour la Forme<sub>2C</sub> que pour la Forme<sub>3C</sub>. En effet, le schwa chute plus fréquemment dans le corpus de parole conversationnelle F (49%) que dans le corpus plus formel J (36%) pour les mots de Forme<sub>2C</sub>, c’est à dire des mots où la loi des trois consonnes ne s’applique pas. Par contre, quand on regarde les mots de Forme<sub>3C</sub> les restrictions en termes de nombre de consonnes agissent de la même façon indépendamment du style de parole (F et J : 20%).

### 3.2.2 Réalisation du schwa en tenant compte de la nature des consonnes

Parmi les mots des Forme<sub>2C</sub> et Forme<sub>3C</sub>, seules certaines combinaisons sont communes aux deux corpus : pour la Forme<sub>2C</sub> : #L\_LV (ex. religieux), #L\_C’V (ex. recherche), #C’\_LV (ex. cela) et

#C'\_C'V (ex. cheveux) ; et pour la Forme<sub>3C</sub> : #L\_LGV (ex. relief), #L\_C'LV (ex. regretter), #L\_C'GV (ex. rejoindre), #C'\_LGV (ex. celui), #C'\_C'LV (ex. secret) et #C'\_C'GV (ex. depuis).

Comme on peut le voir sur les tableaux 3 et 4, certaines combinaisons de consonnes apparaissent plus souvent que les autres. Comme indiqué dans la partie méthode, nous ne retiendrons pour la suite de l'analyse que les suites ayant plus de 500 occurrences dans les deux corpus. L'analyse se trouve donc restreinte au Formes<sub>2C</sub>.

#C <sub>1</sub> \ C <sub>2</sub>	C'		L		G	
	J	F	J	F	J	F
#C'	5148	3843	1582	796		
#L	4516	1738	262	87		
#G						

TABLE 3 – Nombre de mots de Forme<sub>2C</sub> en fonction des corpus J (ETAPE) et F (NCCFr) et de la nature des consonnes dans la séquence (C' : non- approximante, L : liquide, G : Glide).

#C <sub>1</sub> \ C <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	C'C'		C'L		C'G		LC'		LL		LG		GC'		GL		GG	
	J	F	J	F	J	F	J	F	J	F	J	F	J	F	J	F	J	F
#C'			315	119	829	349					215	97						
#L			1339	284	301	123					2	10						
#G																		

TABLE 4 – Nombre de mots de Forme<sub>3C</sub> en fonction des corpus J (ETAPE) et F (NCCFr) et de la nature des consonnes dans la séquence (C' : non- approximante, L : liquide, G : Glide).

La figure 2 présente les taux (et nombre) de chute de schwa dans la Forme<sub>2C</sub> des corpus (J et F) en fonction de la nature des consonnes dans la séquence et de leur sonorité : croissante pour #C'\_LV (⊙), ou non-croissante pour #C'\_C'V(⊗) et #L'\_C'V(⊙).

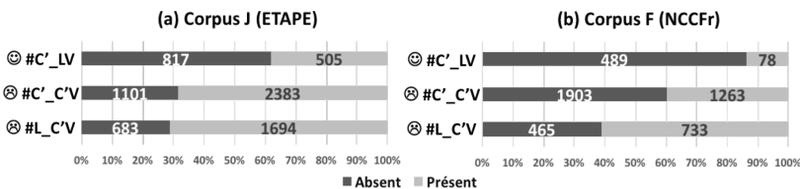


FIGURE 2 – Réalisation du schwa dans les mots de type Forme<sub>2C</sub> (#C<sub>1</sub>C<sub>2</sub>V) en fonction des corpus (J et F) et de la nature des consonnes dans la séquence (C' : non- approximante, L : liquide).

Confirmant les données de la littérature, nous observons que la chute de schwa est plus fréquente dans les séquences où elle rend adjacentes des consonnes de sonorité croissante avec une liquide en seconde position (#C'\_LV, ⊙). D'ailleurs, dans ce contexte, presque tous les schwas (86%) chutent dans le corpus F.

Dans les autres contextes, si la chute de schwa est moins fréquente, elle n'en est pas moins présente. Environ 30% des schwa chutent dans les contextes #L'\_C'V et #C'\_C'V en parole journalistique et ces pourcentages augmentent à 39% et 60%, respectivement, dans un style plus familier du corpus F. La nature des consonnes et la sonorité croissante ou non de la séquence (telle que nous l'avons définie, voir plus loin) ne ressort donc pas comme une contrainte stricte, i.e. la chute de schwa peut mettre en contact des consonnes qui ne forme pas une suite de sonorité croissante. D'autre part, ces contraintes de sonorité semblent agir plus fortement dans une parole plus formelle (corpus J) que moins formelle (corpus F).

Toutefois, nous n'irons pas plus loin dans nos interprétations des résultats car il faut se rappeler que les contextes considérés comme non favorables à la chute de schwa, ont été définis assez grossièrement en termes de sonorité. Ainsi la catégorie des non-approximantes regroupe les plosives et les fricatives, indépendamment de leur voisement, et les nasales. Ces classes de consonnes pourraient être subdivisées plus finement en terme de sonorité (favorisant la chute de schwa dans 'semaine' vs. 'petit' par exemple). Le nombre d'occurrences présent dans les deux corpus nous a fait privilégier ce découpage grossier pour cette première analyse, mais ce point reste à affiner par la suite. De plus, nous assumons que la consonne initiale du mot ( $C_1$ ) se resyllabe avec la consonne suivante ( $C_2$ ) lors de la chute de schwa, or, il ne faut pas oublier que d'autres analyses comme l'extra-syllabacité (Rialland, 1986) sont possibles pour expliquer l'évitement d'une attaque à sonorité non-croissante au sein d'un mot. Sans oublier bien sûr que ces mots ne sont pas produits à l'isolé et qu'il faut prendre en compte le contexte pré-frontière précédent.

### 3.3 Contraintes phonotactiques post-lexicales

Dans cette partie nous examinons plus en détail deux de ces contextes pré-frontière : quand le mot précédent se termine par une voyelle (V#) ou une consonne (C#). Nous excluons ici les cas où les deux mots sont séparés par une pause ou une hésitation.

Comme on peut le voir sur la figure 3, la chute de schwa est favorisée lorsque le mot précédent se termine par une voyelle (V#), ceci dans toutes les formes ( $_{2C}$  et  $_{3C}$ ) et dans les deux corpus. Dans ce contexte, on retrouve la tendance décrite en section 3.2.1, à savoir que la chute du schwa est plus fréquente lorsque qu'il provoque la succession de 2 consonnes (Forme $_{2C}$ ) que 3 consonnes (Forme $_{3C}$ ).

Lorsque le mot avec schwa est précédé d'un mot terminant par une consonne (contexte C#), on voit que l'effet du nombre de consonne agit également au niveau post-lexical. Dans les forme $_{2C}$ , la consonne finale du mot précédent ajoute une troisième consonne à la suite # $C_1C_2$  et on observe que le taux de délétion de schwa diminue d'environ 20% par rapport à un contexte V#. Ici encore, on note que cet évitement à former des suites de trois consonnes est indépendante du style de parole. Dans les forme $_{3C}$ , dans laquelle le schwa a peu tendance à chuter, l'ajout d'une quatrième consonne pré-frontière réduit également le taux de délétion de 10% environ. Pour autant le faible nombre de cas avec chute de schwa dans ces contextes très chargés en consonnes appelle à une vérification manuelle des alignements.

Figure 4, nous croisons effet du contexte pré-frontière et nature des consonnes dans le mot avec schwa. En raison du faible nombre d'occurrences de certaines séquences, nous ne regarderons que les plus fréquentes : #C' \_LV et #C' \_C'V. Nous avons vu dans la section précédente que si la chute de schwa est réduite dans ces contextes lexicaux peu en accord avec le principe de sonorité, le schwa y est quand même souvent élidé, surtout dans le corpus F. L'examen plus détaillé de ces cas en fonction du mot précédent montre que la majeure partie des cas d'élision sont produit dans un contexte V#. Dans ces contextes, un possible rattachement à gauche de la consonne initiale du mot (# $C_1$ ) avec la syllabe finale précédente pourrait effectivement éviter la création d'une attaque à sonorité non-croissante. Ce rattachement à gauche est au contraire très peu probable dans les cas où le mot précédent se termine par une consonne, et l'on voit dans ces cas que l'ajout d'une consonne pré-frontière fait d'autant plus ressortir les contraintes de sonorité.

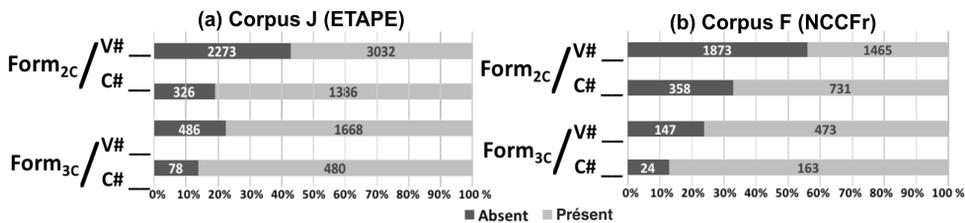


FIGURE 3 – Réalisation du schwa dans les mots de type Forme<sub>2C</sub> (#C<sub>1</sub>\_C<sub>2</sub>V) et Forme<sub>3C</sub> (#C<sub>1</sub>\_C<sub>2</sub>C<sub>3</sub>V) en fonction des corpus (J et F) et des contextes pré-frontières (V# et C#). Autres précisions voir Figure 1.

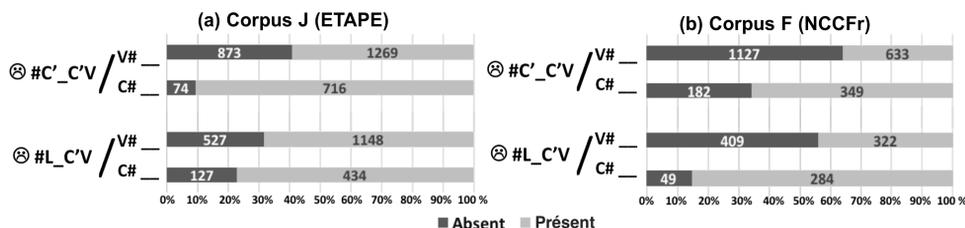


FIGURE 4 – Réalisation du schwa dans les mots de type Forme<sub>2C</sub> (#C<sub>1</sub>\_C<sub>2</sub>V) en fonction des corpus (J et F), des contextes pré-frontières (V# et C#) et de la nature des consonnes dans la séquence (C' : non-approximante, L : liquide). Autres précisions voir Figure 1.

## 4 Conclusion

Cette étude, basée sur une grande quantité de parole à l'aide d'outils de traitement automatique, nous a permis de confirmer le rôle de la loi des trois consonnes (L3C) sur la réalisation de schwa en français. Celle-ci influence la chute de schwa tant au niveau lexical qu'au niveau post-lexical : le taux de délétion diminue dans les contextes où la chute du schwa mettrait trois consonnes ou plus à la suite, que ce soit intra ou inter mots. Nous avons également montré que cette contrainte joue aussi bien une parole plus formelle (corpus J) que moins formelle (corpus F), où le schwa chute globalement d'avantage. Les restrictions liées aux relations de sonorité entre les consonnes dans la séquence résultant de la chute de schwa ont été également mis en évidence mais contrairement à la L3C cette contrainte est moins respectée en parole familière (corpus F).

Toutefois, les cas de chute de schwa dans des séquences mettant en jeu trois ou quatre consonnes et ne respectant pas une sonorité croissante ne sont pas négligeables dans nos données, en particulier dans le corpus F. Ces cas seront à examiner plus en détail par la suite, notamment pour vérifier si les alignements sont corrects et/ou si les locuteurs n'ont pas fait chuter certaines consonnes dans la séquence pour satisfaire les contraintes liées au nombre et à la nature des consonnes autour du schwa.

## Remerciements

Ce travail est financé par Investissements d'Avenir – Projet Labex EFL (ANR-10-LABX-0083) par une bourse au premier auteur. Il a été également soutenu par le projet ANR Vera.

## Références

- BROGNAUX S., DRUGMAN T. *et al.* (2014). Variations phonétiques : Impact de la situation de communication. *Nouveaux Cahiers de Linguistique Française*, **31**, 63–76.
- BÜRKI A., GENDROT C., GRAVIER G., LINARÈS G. & FOUGERON C. (2008). Alignement automatique et analyse phonétique : comparaison de différents systèmes pour l'analyse du schwa. *Traitement Automatique des Langues*, **49**(3), 165–197.
- CLEMENTS G. N. (1990). The role of the sonority cycle in core syllabification. **I**, 283–333.
- CÔTÉ M.-H. (2000). *Consonant cluster phonotactics : a perceptual approach*. PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology.
- DELATTRE P. (1944). L'aperture et la syllabation phonétique. *The French Review*, **17**(5), 281–285.
- DELATTRE P. (1966). *Studies in French and comparative phonetics*. Mouton.
- DURAND J., LAKS B. & LYCHE C. (2003). Le projet "phonologie du français contemporain"(pfc). In *La tribune internationale des langues vivantes*, number 33, p. 3–10.
- DURAND J., LAKS B. & LYCHE C. (2009). Le projet pfc (phonologie du français contemporain) : une source de données primaires structurées. *Phonologie, variation et accents du français*. Paris : Hermès, p. 19–61.
- GALLIANO S., GEOFFROIS E., MOSTEFA D., CHOUKRI K., BONASTRE J.-F. & GRAVIER G. (2005). The ester phase ii evaluation campaign for the rich transcription of french broadcast news. In *Interspeech*, p. 1149–1152.
- GAUVAIN J., ADDA G., ADDA-DECKER M., ALLAUZEN A., GENDNER V., LAMEL L. & SCHWENK H. (2005). Where Are We in Transcribing French Broadcast News ? In *Proceedings of Eurospeech-Interspeech*, p. 1665–1668, Lisbonne.
- GRAMMONT M. (1894). Le patois de la franche-montagne et en particulier de damprichard (franche-comté). iv : La loi des trois consonnes. *Mémoires de la Société de linguistique de Paris*, **8**, 53–90.
- GRAVIER G., ADDA G., PAULSON N., CARRÉ M., GIRAUDEL A. & GALIBERT O. (2012). The etape corpus for the evaluation of speech-based tv content processing in the french language. In *LREC-Eighth international conference on Language Resources and Evaluation*.
- LYCHE C. (1993). Quelques remarques sur le groupe ol en français. *Revue romane*, **28**(2), 195–217.
- NEW B., BRYSSBAERT M., VERONIS J. & PALLIER C. (2007). The use of film subtitles to estimate word frequencies. *Applied psycholinguistics*, **28**(04), 661–677.
- RIALLAND A. (1986). Schwa et syllabes en français. *Studies in compensatory lengthening*, **23**, 187.
- TORREIRA F., ADDA-DECKER M. & ERNESTUS M. (2010). The nijmegen corpus of casual french. *Speech Communication*, **52**(3), 201–212.