

A la recherche d'indices de frontière lexicale dans la resyllabation

Cécile Fougeron^o, Odile Bagou*, Muriel Stefanuto*, Uli H. Frauenfelder*

^oCNRS-UMR 1027, 19 rue des Bernardins, 75005 Paris, France

Tél.: ++33 (0)1 43 26 57 17 - Fax: ++33 (0)1 44 32 05 73

*Lab. de Psycholinguistique Expérimentale, 40 Bd du Pont d'Arve, 1211 Genève 4, Suisse

Tél.: ++41(0)22 705 91 41 - Fax: ++41 (0)22 705 91 29

Mél: {cecile.fougeron ; odile.bagou ; muriel.stefanuto ; ulrich.frauenfelder}@pse.unige.ch

ABSTRACT

In this paper, we address the question of whether word boundaries can surface in "so-called" resyllabification in French. Durational and spectral properties of vowels and consonants are compared in 3 boundary conditions: (A) enchaînement (V1C#V2), (B) word initial consonant (V1#CV2), (C) syllable onset consonant (V1.CV2). Results show that the sequences with enchaînement are acoustically distinct from the others. This suggests that «resyllabification» is not complete in French, and that the surface form of these sequences reflects cues of their underlying lexical/syllabic structure. Moreover, the data show that lexical and syllabic boundaries may be differentiated by cues on the pre-consonantal vowel rather than on the initial consonant.

1. INTRODUCTION

Depuis plus d'un siècle, la recherche d'indices acoustiques et articulatoires de frontière de mot est l'objet de nombreuses études en phonétique (voir Fougeron [Foug98] pour une revue). Si certains indices ont été mis en évidence, leur présence n'est pas systématique et leur réalisation variable selon la langue, le type de segment étudié, et le locuteur. Cependant, leur observation présente un intérêt majeur, tant du point de vue de la compréhension des mécanismes de perception et de segmentation de la chaîne parlée, que de la production et de la détermination des unités d'encodage de la parole.

Traditionnellement, le mot n'est pas considéré comme une unité phonétique en français [Gram33]. Ainsi, Delattre ([Del65]) oppose le français à l'anglais ou l'allemand par l'absence de joncture dans des suites telles « d'une autre » (vs. « du notre ») par rapport à « an aim » (vs. « a name ») ou « zum einen » (vs. zu meinen »). En outre, peu de différences sont mises en exergue si l'on compare des frontières lexicales et syllabiques. Par exemple, dans une étude comparant l'articulation linguale et nasale de plusieurs consonnes en position initiale de constituants prosodiques différents, Fougeron [Foug98] montre que les consonnes initiales de mots sont plus proches des consonnes d'attaque syllabique que des consonnes initiales de constituants supérieurs (groupes accentuels, intonatifs).

Notre étude s'inscrit dans un projet plus vaste visant à explorer les indices de frontières, non seulement en comparant directement et systématiquement les frontières syllabiques et lexicales, mais également en observant indirectement les cas où l'on admet traditionnellement la disparition d'une frontière au profit d'une autre. En d'autres termes, des cas de «resyllabation», pour lesquels il est question de savoir si, dans la mesure où des indices de frontière lexicale existent, une forme traditionnellement décrite comme «resyllabée» peut garder une trace de ces frontières lexicales sous-jacentes ?

Il est généralement admis qu'en français, la resyllabation produite par un enchaînement est complète. Ainsi, les consonnes d'enchaînement ont été décrites comme identiques à des consonnes initiales de mot [Pas17, Gram33]. Selon le modèle de production de la parole de Levelt [Lev89] la structure syllabique des mots n'est pas stockée dans le lexique. La syllabation se fait à un niveau tardif, durant l'encodage phonologique, sur un domaine plus large (le mot phonologique), dans lequel les formes lexicales individuelles sont combinées entre elles et «resyllabées» aux frontières de mots. Puis ces syllabes phonologiques sont associées à des patrons articulatoires syllabiques pré-stockés dans un syllabaire mental pour former le plan articulatoire. Ainsi, aucune trace de la frontière entre les mots, de la structure syllabique des formes lexicales individuelles, ou de la nature finale de la consonne enchaînée, ne devraient persister en surface. Cependant, la mise en évidence de différences entre les consonnes d'enchaînement et les consonnes initiales dans plusieurs études phonétiques [ex. Dur36] suggère que l'enchaînement induit une resyllabation incomplète. En comparant 48 paires du type (a) V1C1#C2V2 (/tāt#ru/de "tante roublarde") vs. (b) V1#C1C2V2 (/tã#tru/ de "temps troublant") produites par 8 locuteurs, Dumay et al. [Dum99] mettent en évidence des variations systématiques de durée entre les deux conditions. Comparée aux séquences de type (b), les séquences enchaînées (a) présentent une augmentation temporelle de la voyelle V1 et de la consonne C2. Toutefois, ces indices acoustiques ne sont présents que dans les suites obstruentes+liquides et pas dans les suites /s/+obstruentes.

Dans cette étude, notre objectif est d'observer des indices acoustiques propres à l'enchaînement, sur un large inventaire de consonnes et de séquences. Dans cette perspective, les caractéristiques acoustiques des consonnes d'enchaînement sont systématiquement comparées à celles de consonnes initiales de mot ou syllabe. Nous étendons également la recherche aux segments vocaliques environnants afin de rendre pleinement compte du phénomène. Cette analyse triangulaire de différentes conditions de frontières nous permettra de répondre à plusieurs questions : (1) examiner la réalisation d'indices phonétiques permettant de distinguer consonne initiale de mot vs. consonne d'attaque syllabique ; (2) déterminer si la consonne enchaînée adopte les caractéristiques d'une attaque syllabique (= resyllabation complète) ou si elle s'en distingue ; (3) déterminer si, malgré une réorganisation au niveau de la structure syllabique de la chaîne (re-syllabation), il y a conservation de traces de frontières lexicales dans la séquence (resyllabation incomplète).

2. MÉTHODE

2.1 Matériel et conditions de frontière

Le matériel utilisé est constitué de 35 triplets englobant une séquence (V_1CV_2) identique d'un point de vue segmental, mais se distinguant selon 3 conditions de frontières. Comme indiqué dans le tableau 1, la condition A est celle de l'enchaînement : le 1^{er} mot se termine par une consonne et le 2^{ème} commence par une voyelle. Au niveau sous-jacent, cette séquence contient donc une frontière lexicale (#) entre C et V_2 et, dans le cas d'une resyllabation de surface, une frontière syllabique (.) entre V_1 et C ($V_1.C\#V_2$). Dans la condition B, la séquence (V_1CV_2) recouvre également deux mots, mais (V_1) est ici une voyelle finale de mot et (C), une consonne initiale de mot ($V_1\#CV_2$). Dans la condition C, la séquence est interne à un non-mot et contient une frontière interne syllabique ($V_1.CV_2$); C est alors une attaque de syllabe non initiale de mot.

2.2 Constitution du corpus et acquisition

Afin de construire un corpus homogène, nous avons extrait de Brulex, les mots du lexique commençant par une consonne qui, une fois supprimée, donne lieu à un nouveau mot ou début de mot (ex. « légale → égale »). De la même manière, les mots se terminant par une consonne et donnant lieu à une fin de mot après suppression de cette consonne, ont été extraits (ex. « cale → cas »). Ces deux listes ont été appariées pour former des séquences de mots sémantiquement et syntaxiquement plausibles et partageant un maximum de segments. Au total, 64 paires de séquences ont été sélectionnées et appariées à des non-mots contenant la

séquence VCV en position interne, pour obtenir des triplets du type: « paissavoumé » vs. « baie savourée » vs. « baisse avouée ». Ces triplets ont été intégrés dans des phrases porteuses sémantiquement et syntaxiquement plausibles (ex. « l'ouvrier mettait une cale égale de chaque côté de la table »). La position de la séquence et la structure prosodique de la phrase ont été contrôlées et restent constant d'une condition à l'autre. Réparties en 6 blocs, ces phrases ont été lues par six locuteurs suisses francophones de manière fluide et naturelle.

Les résultats présentés ici sont ceux d'un échantillon de 35 triplets (sur 63) présentant une grande diversité de segments : 9 consonnes différentes /p, b, t, d, k, n, l, f, s, ʃ/, 6 voyelles en V_1 /i, y, ε, a, ã, õ/ et 10 voyelles en V_2 /i, y, e, ø, ε, ë, a, ã, o, õ/. Ces séquences (V_1CV_2) ont été segmentées et analysées sous Praat par 3 phonéticiens. La durée acoustique de V_1 , C et V_2 ainsi que les caractéristiques spectrales des voyelles (deux premiers formants) ont été comparées dans chacune des conditions de frontières établies.

Table 1: Conditions de frontières étudiées.

| Conditions | | Exemples | |
|------------|----------------------|--------------|----------------|
| A | enchaînement | $V_1.C\#V_2$ | « cale égale » |
| B | frontière de mot | $V_1\#CV_2$ | « cas légal » |
| C | frontière de syllabe | $V_1.CV_2$ | « qualégale » |

3. RÉSULTATS

Les données présentées ci-dessous ont été obtenues par des ANOVA à Mesures Répétées suivies de test post-hoc de Scheffé avec un seuil de significativité de 0.05. L'effet du facteur « condition de frontière » est présenté d'abord tous locuteurs confondus, puis par locuteur et par catégorie de segment (si interactions).

3.1 Indices de durée

a. Durée totale de V_1CV_2 : Conformément à nos attentes, la durée totale de la séquence (V_1CV_2) est plus importante lorsque celle-ci recouvre deux mots (A: 256 ms, B: 258 ms) que lorsqu'elle est interne à un mot (C: 245 ms). Toutefois, cette différence n'est significative que pour 3 locuteurs sur 6. Compte tenu de la variabilité inter-individuelle de cette mesure et des éventuelles différences de débit entre les trois conditions observées, nous avons opté pour une analyse en termes de durée relative de chaque segment sur la durée totale de la séquence (VCV). Ainsi, comme indiqué sur la figure 1, les segments V_1 , C et V_2 sont exprimés en % de la durée totale de (V_1CV_2).

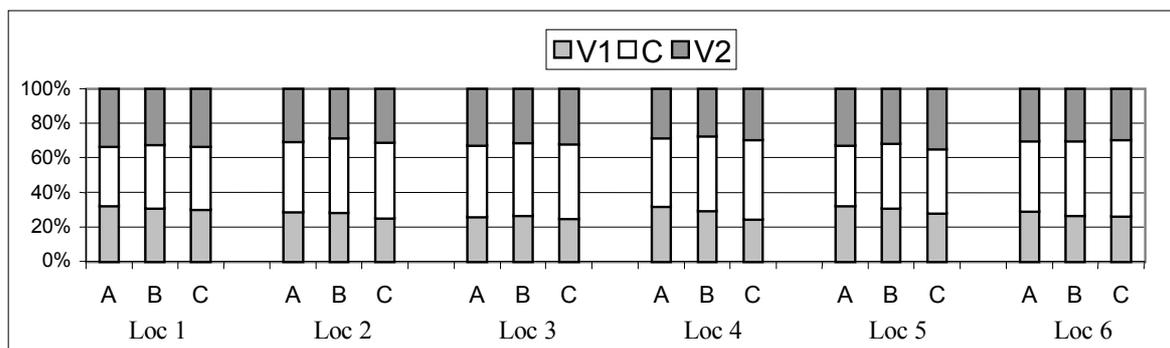


Figure 1 : Importance relative (%) de la durée des segments V_1 , C et V_2 dans la séquence V_1CV_2 par type de frontière (A : enchaînement, B : consonne initiale, C : consonne d'attaque) et par locuteur.

b. Durée de V_1 : Tous locuteurs confondus, la durée relative de V_1 varie en fonction de la condition de frontière ($F=33.9$; $p<.0001$). Comme le montre la fig.1, malgré une faible différence entre les conditions A et B, une réduction progressive significative de l'importance de V_1 est observable de la condition A à la condition B, à la condition C.

Toutefois, cet effet varie en fonction des locuteurs ($F=2.7$; $p=.003$). Seuls 4 locuteurs sur 6 présentent un effet significatif, dont 3 pour qui la durée de V_1 ne diffère pas entre les conditions A et B (toutes deux étant plus longue que la condition C); et 1 pour qui un pattern $A>(B,C)$ apparaît. L'influence du type de frontière est également fonction de la nature des voyelles observées ($F=2.3$; $p=.0114$). Pour affiner ce résultat, 4 catégories vocaliques ont été définies d'après leur degré d'aperture et leur nature orale/nasale : $/a/\epsilon, \tilde{\epsilon}/i, y/\tilde{a}, \tilde{a}/$. L'effet du type de frontière est significatif pour toutes les catégories et la durée vocalique est toujours plus longue dans la condition A que dans la condition C. De plus, les conditions A et B sont similaires pour toutes les catégories sauf pour les nasales, et les conditions B et C pour les orales. Ainsi, plus la voyelle est intrinsèquement longue (ouvertes et nasales), moins les variations de durée relatives à la nature de la frontière sont fortes.

En résumé, la voyelle précédant une consonne enchaînée (V_1 de $V_1C\#V_2$) est relativement plus longue qu'une voyelle interne de mot précédant une attaque syllabique (V_1 de $V_1.CV_2$). En revanche, elle ne diffère d'une voyelle finale de mot (V_1 de $V_1\#CV_2$) que dans certains cas : 1 locuteur sur 6 et 1 catégorie de voyelle sur 4. Ces résultats vont à l'encontre d'une resyllabation complète. Au contraire, il y a conservation des caractéristiques portées par la frontière lexicale : les voyelles des conditions A et B partagent la même caractéristique de finale de mot.

c. Durée de C : Comme illustrée sur la figure 1, la durée relative de C varie en fonction de la condition de frontière ($F=30.7$; $p<.0001$) avec une réduction temporelle de la consonne d'enchaînement (A) par rapport aux consonnes d'attaque ($B=C$).

Marginalement dépendant du locuteur ($F=1.9$; $p=.05$), cet effet ne se révèle significatif que pour 3 locuteurs sur 6, mais la tendance est partagée par tous.

L'effet du type de frontière est aussi fonction de la nature des 10 types de consonnes observées ($F=2.297$; $p=.002$). Afin d'éviter des variations dues à des triplets particuliers (certaines consonnes n'apparaissant que dans 1 ou 2 triplets), 3 catégories de consonnes ont été définies selon leur mode d'articulation : occlusives, fricatives, latérales. Ces 3 catégories présentent le même pattern : une durée de la consonne enchaînée significativement plus courte que dans les autres conditions, sans distinction entre les conditions B et C. Ces résultats suggèrent que la consonne d'enchaînement ne partage ni les caractéristiques temporelles d'une consonne initiale de mot ni celles d'une consonne d'attaque de syllabe. Au contraire, elle semble conserver le caractère réduit des consonnes coda et/ou finale. D'autre part, la durée de C ne permet de distinguer frontières lexicale (B) et syllabique (C) pour aucun locuteur et aucune catégorie de consonne.

d. Durée de V_2 : La durée de V_2 est également dépendante de la condition de frontière ($F=8.9$; $p=.0002$). Toutefois, les variations de durée sont surprenantes. Tous locuteurs confondus, la voyelle de la syllabe (CV_2) initiale de mot en condition B présente une durée significativement plus courte, comparée aux deux autres conditions. Ces différences sont très faibles (1% de la durée totale de la séquence en moyenne), mais ne sont pas dépendantes du locuteur ($F=1.75$; $p=.07$) ou du type de voyelle ($F=.924$; $p=.56$).

3.2 Indices formantiques

a. Voyelle pré-consonantique V_1 :

F1 de V_1 : Tous locuteurs confondus, le 1^{er} formant de V_1 augmente significativement dans la condition d'enchaînement A par rapport à B/C ($F=9.4$, $p=.0001$). Avec une interaction en fonction du locuteur ($F=1.9$, $p=.04$), cet effet n'est significatif que pour 2 locuteurs sur 6, l'un présentant un pattern $A>C$ et l'autre $A>(B,C)$. L'influence du type de frontière est également fonction de la nature des voyelles observées

($F=3.5$; $p=.0002$). Sur les 4 catégories définies en fonction de l'aperture des voyelles (ouvertes, mi-ouvertes, mi-fermées, fermées), les résultats montrent une augmentation de F1 en condition A pour toutes les catégories sauf pour les ouvertes.

F2 v1 : Contrairement à F1, F2 n'est globalement pas altéré par le type de frontière ($F=1.6$, $p=.2$). Toutefois, il y a une interaction avec le facteur locuteur ($F=2.4$, $p=.009$), avec 3 locuteurs sur 6 montrant une différence entre les conditions A et C. Cependant la direction de cette différence varie : 2 locuteurs présentent un F2 significativement plus bas dans la condition d'enchaînement (A) que dans la condition C, alors que l'autre locuteur présente un F2 plus haut.

Ces variations sur F2 sont également fonction du type de voyelle ($F=3.06$, $p=.0009$). Sur les 3 catégories vocaliques définies sur l'axe d'antériorité (antérieures-centrales-postérieures), il ressort que seules les voyelles antérieures diffèrent en condition d'enchaînement en étant postériorisées (F2 abaissé).

Pour résumer, il apparaît que les voyelles moyennes et antérieures fermées présentent des modifications en termes d'augmentation du degré d'aperture pour certaines ($/\epsilon, i, y, \bar{o}/$) et de postériorisation pour d'autres ($/i, y, \epsilon/$) en condition d'enchaînement.

b. Voyelle post-consonantique V_2

Contrairement aux valeurs formantiques de la voyelle pré-consonantique, aucune variation significative des formants de V_2 n'apparaît dans ces données.

4. DISCUSSION ET CONCLUSION

A la lumière de ces résultats, il apparaît que certains indices distinguent les frontières lexicales des frontières syllabiques. En effet, si aucun indice de durée n'est présent pour la consonne initiale et la voyelle post-consonantique entre les conditions B et C, la voyelle pré-consonantique de la suite V_1CV_2 est temporellement et spectralement altérée par la nature de la frontière suivante. En effet, la moitié des locuteurs et la majorité (3/4) des catégories vocaliques attestent d'un allongement de la voyelle, parfois accompagné d'une augmentation d'aperture, en position finale de mot.

D'autre part, les résultats révèlent que la resyllabation induite par l'enchaînement n'est pas complète. En effet, la consonne enchaînée n'adopte ni les caractéristiques d'une attaque syllabique, ni d'une consonne initiale de mot. De plus, la voyelle pré-consonantique partage plutôt les caractéristiques d'une voyelle finale (B) que celles d'une voyelle interne à un mot et ce, pour plus de

la moitié des locuteurs et la plupart des catégories vocaliques définies.

Ainsi, la comparaison triangulaire permet d'apparier préférentiellement la condition d'enchaînement (A) à une séquence de deux mots (B) plutôt qu'à une séquence mono-lexicale (C) si l'on considère les indices portés par V_1 . En revanche, si on considère les propriétés temporelles de la consonne, la condition A incluant une coda au niveau sous-jacent se distingue bien des deux autres conditions contenant d'une attaque. Ceci suggère que la forme enchaînée conserve certaines caractéristiques propres à sa structure lexicale et syllabique sous-jacente, ce qui infirme l'hypothèse d'une syllabation tardive sans spécification de la structure syllabique des formes sous-jacentes isolées [Lev89], selon laquelle aucune traces de la forme lexicale ne devrait perdurer. Toutefois, afin de vérifier exhaustivement ces conclusions, l'observation d'une quatrième condition est nécessaire. En effet, nous espérons présenter également les résultats d'une comparaison effectuée sur la base de séquences comportant une consonne finale non-enchaînée avec insertion d'un coup de glotte entre les deux mots ($V_1.C\#V_2$). Mais la difficulté rencontrée par les locuteurs pour ce type de productions, nous contraint à reporter l'exposé des ces résultats.

REMERCIEMENTS

Cette recherche a été financée par le projet du Fond National de Recherche Suisse n° 1114-059532.99.

BIBLIOGRAPHIE

- [Del65] Delattre, P. (1965) Comparing the phonetic features of English, French, German and Spanish : an interim report, N.Y. : Chilton Books.
- [Dum99] Dumay, N., Frauenfelder, U., & Content, A. (1999) "Acoustic-phonetic cues to word boundary location: evidence from word spotting", Proceedings ICPHS.
- [Dur36] Durand, M. (1936), Le genre grammatical en français parlé à Paris et en région parisienne. Bibliothèque du Français Moderne, Paris.
- [Fou98] Fougeron C. (1998), Variations articulatoires en début de constituants prosodiques de différents niveaux en français. Thèse de doctorat, Paris 3.
- [Gra33] Grammont M. (1933), Traité de phonétique, Paris: Delagrave.
- [Lev89] Levelt, W. (1989), Speaking: From intention to articulation. Cambridge, MA: MIT Press.
- [Pas17] Passy, P. (1917), Les sons du français. Paris : Didier.