

Caractéristiques articulatoires des consonnes de liaison : Etude pilote.

Céline Douchez, Leonardo Lancia

Laboratoire Parole et Langage, UMR 6057, CNRS,
Université de Provence, 21, avenue Robert Schuman
13390, Aix-en-Provence Cedex 1, France.

Courriel : celine.douchez@lpl-aix.fr ; Leonardo.lancia@lpl-aix.fr

ABSTRACT

This paper presents a new approach of French liaison. The purpose is to extend the comparison between liaison consonants and onset consonants to new parameters for the study of both consonants coupled with adjacent vowels. The results show that the coupling of liaison consonants differs from the onset consonants coupling. We suggest that these differences may be accounted for by a phonological model which presents a unified conception between phonetic and phonology, i.e the articulatory phonology.

Keywords : French liaison, resyllabification, articulatory characteristics, articulatory phonology.

1. INTRODUCTION

La liaison (CL) en français renvoie à l'apparition d'une consonne à la jonction entre deux mots lorsque le second commence par une voyelle. La CL est généralement resyllabifiée avec la voyelle du mot suivant. Dans la théorie autosegmentale d'Encrevé [4], la CL se présente comme un segment doublement flottant sans position préétablie dans la tire squelettale ni dans la tire syllabique. Sa réalisation résulte d'une opération d'ancrage à l'initiale du mot suivant lorsque ce dernier est doté d'une syllabe initiale dont l'attaque est vide. Selon cette même théorie, cette resyllabification est complète et se traduit par le fait que les CL adoptent des caractéristiques identiques à celles des consonnes dites fixes c'est-à-dire « une consonne toujours prononcée, ancrée dans le squelette dès la représentation lexicale » [4], placée en position d'attaque. Cependant, de nombreuses études montrent qu'il existe des différences de traitement entre les CL et les consonnes d'attaque (CA). Placées dans des contextes phonétiques similaires, les CL semblent présenter systématiquement des différences de durée par rapport aux CA. Dejean de la Bâtie [3] a constaté que la consonne /t/ présentait une durée d'occlusion ainsi qu'un VOT plus courts en CL qu'en CA. Wauquier-Gravelines [9] a fait les mêmes constatations et a montré que la durée d'occlusion de la CL /t/, ainsi que le burst, étaient significativement plus courts en CL (50 ms) qu'en CA (70 ms). Cependant, dans cette même expérience, /n/ ne s'est pas révélée plus courte en CL (58 ms) qu'en CA (61 ms). Il semblerait ainsi, d'après cette étude, que les variations de durée entre CL et CA soient spécifiques à certaines consonnes (peut-être les obstruantes). L'étude de Gaskell et al. [6] a démontré que les consonnes /t/, /r/ et /z/ étaient en moyenne plus courtes (73 ms) en CL qu'en CA (88 ms). Dans le travail de Spinelli et al. [8] sur les

consonnes /p/, /r/, /t/, /n/ et /g/, une différence de durée a également été trouvée entre CL (64 ms) et CA (71 ms). Les résultats de ces deux dernières études présentent cependant des limites dans le sens où elles ne fournissent ni les détails concernant la façon dont les consonnes cibles ont été segmentées, et donc mesurées, ni les valeurs séparées de chaque catégorie consonantique. C'est pourquoi une différence deux fois plus courte est observable dans les travaux de Spinelli [8] par rapport à celle observée dans les travaux de Gaskell [6]. On ne peut donc savoir s'il existe de différences observables entre les différentes classes de consonnes (nasales vs. obstruantes par exemple).

D'après les études antérieures et contrairement à ce que postule [4], la CL, bien qu'identique à la CA sur le plan structurel, s'en distingue sur le plan phonétique. Nous proposons dans cette étude, qui s'inscrit dans une perspective résolument nouvelle, d'aborder le problème soulevé par la liaison à travers un cadre théorique basé sur la phonologie articulatoire (PA) [1]. Proposé par Browman et Goldstein, ce modèle présente l'avantage d'une organisation directe entre phonologie et phonétique en se servant d'une seule unité qui sert à la fois de primitive phonologique et d'unité d'action motrice dans la production de la parole : le Geste articulatoire. Ce dernier se caractérise par des informations relatives aux articulateurs qui le forment, par le degré de constriction et par des informations dynamiques spatio-temporelles qui déterminent comment la constriction est réalisée [5]. Un des concepts centraux en phonologie articulatoire est le fait que ces gestes sont des systèmes dynamiques complexes, coordonnés les uns avec les autres à travers des relations de phase. Le but de cette étude est d'étudier l'organisation temporelle et les relations de dépendance qu'entretiennent les CL et les CA avec les voyelles attenantes. Pour ce faire, nous utiliserons des paramètres d'analyse nouveaux. Nous postulons l'observation de différences de couplage entre la CL et la CA et les voyelles qui leur sont associées sur la chaîne parlée.

2. EXPÉRIENCE

20 groupes de deux phrases constituent le matériel de cette expérience. Notre analyse se limite à l'étude des consonnes d'attaque et de liaison /z/ (12 groupes) et /n/ (8 groupes). Au sein de chaque groupe, la consonne cible apparaît en position attaque dans la première phrase, et en position de liaison dans la seconde. Voici un exemple de groupe contenant la consonne /n/ :

- 1) Il dépasse un nageur au milieu du bassin.
- 2) Elle repasse un n habit qu'elle veut porter pour la fête.

Dans chaque groupe, la consonne de liaison apparaît dans des contextes qui rendent sa prononciation obligatoire conformément à la classification proposée par Delattre [2]. Enfin, toutes les phrases d'un même groupe possèdent un contexte vocalique identique avant et après la consonne testée (pour plus de précisions sur le corpus se reporter à [7]). L'expérience avait pour but de recueillir des données acoustiques et articulatoires. Pour ce faire, nous avons utilisé la méthode électropalatographique. Deux locuteurs de langue française, IM et YM, habitués au port d'un palais artificiel ont participé à cette expérience. Leur tâche a été de lire la série de quarante phrases présentées sur un écran d'ordinateur cinq fois chacune dans un ordre aléatoire. Les palais artificiels utilisés, en résine, de type Reading, ont été construits sur mesure pour chaque sujet et comportent 62 électrodes disposées sur huit lignes le long de l'axe antéro-postérieur. La ligne la plus antérieure comporte 6 électrodes et les autres 8 électrodes. La concentration des électrodes est plus grande dans la région antérieure (alvéolaire pré-palatale) qui correspond à la zone d'étude. Les données EPG ont été recueillies à la fréquence de 200 patrons par seconde. Le signal acoustique a été enregistré simultanément à l'aide d'un microphone monté sur casque (fréq. d'échantillonnage : 22050 Hz). Nous avons conduit notre analyse selon une procédure semi-automatique. Nous avons tout d'abord étiqueté le signal acoustique sous Praat en plaçant des marqueurs au début et à la fin de la consonne de liaison, ainsi qu'au début et à la fin de la voyelle précédente et de la voyelle suivante. De manière automatique, nous avons déterminé la position estimée du centre articulatoire de chaque voyelle en calculant le point où la dérivée de la trajectoire du premier formant atteignait son minimum à l'intérieur de la voyelle. Nous pensons que ce point caractérise la phase articulatoire la plus stable de la voyelle. Enfin, nous avons identifié le centre articulatoire de la consonne comme le point caractérisé par le nombre le plus élevé de contacts linguo-palataux dans la région alvéolaire du palais artificiel à l'intérieur des étiquettes délimitant la consonne cible. À partir de ces trois positions, nous avons déterminé deux mesures de vitesse : la première concerne le pic de vitesse maximal dans l'augmentation du nombre de contacts dans la zone alvéolaire pendant la mise en place de la consonne (entre le centre articulatoire de la voyelle 1 et celui de la consonne) ; la seconde concerne le pic de vitesse maximal dans la diminution du nombre de contacts durant le relâchement de la consonne (entre le centre articulatoire de la consonne et celui de la voyelle 2). Dans chacun des cas, les vitesses sont exprimées en nombre de contacts par seconde. Nous supposons ici que le changement dans le nombre de contacts est directement corrélé à la vitesse de production du geste afin de réaliser la constriction liée à la consonne. Nous avons également calculé la moyenne du nombre maximal de contacts dans la zone alvéolaire pour chaque type de consonne et sur l'ensemble des phrases correspondantes. Enfin, nous avons mesuré l'intervalle temporel 1 (I1), entre les centres articulatoires de la voyelle 1 et de la consonne et l'intervalle 2 (I2), entre les centres articulatoires de la consonne et de la voyelle 2. Nous avons construit des modèles linéaires à effets mixtes pour chacun

des paramètres décrits ci-dessus. Le modèle général employé dans l'analyse statistique utilise les paramètres d'analyse comme variable dépendante, la position de la consonne comme variable indépendante et les groupes de phrases comme variable aléatoire. Sur chaque paramètre, une analyse préliminaire a été conduite incluant le sujet comme variable indépendante afin de déterminer s'il y avait des différences significatives entre IM et YM. Lorsque ces différences étaient inexistantes, nous avons mené un seul modèle incluant les deux sujets. Dans ce cas, la variable aléatoire était le groupe de phrases par sujet.

3. RÉSULTATS

Les valeurs des résultats des cinq paramètres d'analyse sont rassemblées dans les tables 1 et 2 en dernière page de cet article.

Pour /z/, I1 se montre significativement moins long pour les CL (69 ms) que pour les CA (80 ms). I2 suit la même tendance et se montre significativement moins long pour les CL (moy. générale : 78 ms) que pour les CA (moy. générale : 86 ms). La vitesse de mise en place se montre de manière significative plus élevée pour les CL (263 c./s.) que pour les CA (234 c./s.). Chez IM, la vitesse de relâchement se montre significativement plus élevée pour les CA (moy. générale : 302 c./s.) que pour les CL (moy. générale : 278 c./s.). Chez YM, les résultats suivent la même tendance (Attaque : 286 c./s. ; Liaison : 269 c./s.) mais les résultats ne se montrent pas significatifs ($p=0.057$). Enfin, chez IM, la moyenne du nombre de contacts maximal se montre de façon marginalement significative plus élevée pour la CA (16,38 c.) que pour la CL (15,85 c.). Chez YM, le nombre de contacts alvéolaires ne semble pas sensible à la position occupée par la consonne. L'hypothèse envisagée, pour expliquer la différence observée entre les deux locuteurs, réside dans la façon dont YM produit ses consonnes. Si on considère la figure 2 (voir à la fin de cet article), on remarque que la consonne /z/ est produite avec un canal fricatif très large qui de ce fait laisse très peu de place à la variation.

Pour la consonne /n/, et chez YM, I1 tend de manière significative à être moins long pour les CL (51 ms) que pour les CA (58 ms). Chez IM, les résultats suivent cette même tendance mais ne sont pas significatifs ($p=0.93$). I2 se montre significativement moins long pour les CL (69 ms) que pour les CA (78 ms). La vitesse de mise en place se montre de manière significative, chez IM, plus élevée pour la CA (690 c./s.) que pour la CL (627 c./s.). Chez YM, c'est l'inverse qui se produit, la vitesse de mise en place se montre plus élevée pour la CL (425 c./s.) que pour la CA (408 c./s.) cependant les résultats ne sont pas significatifs ($p=0.59$). La vitesse de relâchement se montre de manière marginalement significative, chez YM, plus élevée pour la CL (358 c./s.) que pour la CA (336 c./s.). Chez IM, c'est la vitesse de relâchement de la CA qui se montre plus élevée par rapport à la CL, mais ces résultats ne sont pas significatifs ($p=0.079$). La moyenne du nombre de contacts se montre significativement supérieure, chez IM, pour la CA (20,85 c.) que pour la CL (19,5 c.). Chez YM, de nouveau, la moyenne ne semble pas sensible à la nature de

la consonne. Nous avançons la même hypothèse que pour la consonne /z/ pour expliquer cette différence de résultats entre les deux locuteurs. On remarque en effet que /n/ est produite de manière très antériorisée (voir Figure 2), l'occlusion ne se faisant que sur la première ligne de la région alvéolaire. Ceci pourrait également expliquer les différences de résultats observées sur les paramètres de vitesses.

4. DISCUSSION

Nous pouvons schématiser l'organisation temporelle des gestes articulatoires dans la production des consonnes d'attaque et de liaison /z/ et /n/ (figure 1) comme suit :

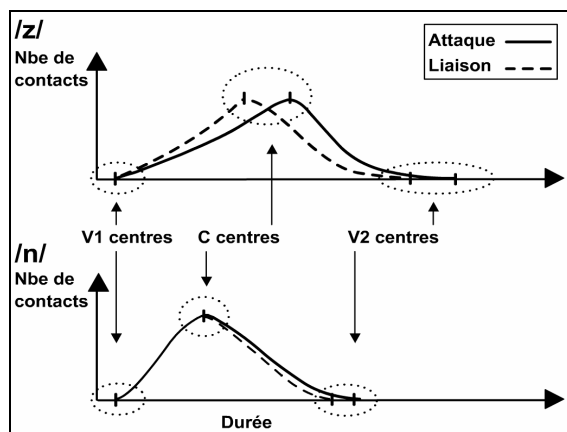


Figure 1 : Schématisation de l'organisation temporelle des gestes articulatoires dans la production des consonnes d'attaque et de liaison /z/ et /n/. L'axe des abscisses représente la durée ; l'axe des ordonnées représente le nombre de contacts dans la zone alvéolaire.

D'une manière générale, les résultats obtenus montrent que I2 tend à être moins long pour les CL que pour les CA, que la consonne soit nasale ou obstruente. Même si nos paramètres d'analyse se distinguent de ceux utilisés dans les études précédentes, nous pensons que ces résultats confirment partiellement les tendances déjà observées concernant la durée moindre de la CL par rapport à la CA. Cependant pour la consonne /n/, ils présentent des données contraires aux résultats trouvés par [6]. Concernant les paramètres de vitesse, les résultats diffèrent selon la nature de la consonne. Pour /n/, les résultats obtenus ne nous permettent pas de tirer de conclusion puisqu'ils vont en sens contraire chez les deux locuteurs. Pour /z/, la vitesse de mise en place se montre plus élevée pour la CL que pour la CA. La vitesse de relâchement, quant à elle, se montre d'une manière générale moins élevée pour les CL que pour les CA. Ces paramètres révèlent une asymétrie dans les phases d'ouverture et de fermeture entre les deux positions attaque et liaison. Nous postulons que cette asymétrie est une caractéristique des différences de couplage pour les fricatives. Enfin, les données EPG du locuteur IM révèlent que le nombre maximal de contacts dans la zone alvéolaire est en moyenne moins élevé pour les CL que pour les CA. Pour la consonne /n/, en CL (figure 2), on remarque que 3 des électrodes se situant dans la région postérieure de la zone alvéolaire présentent un degré d'activation

significativement inférieur. On remarque également de légères variations sur la quatrième ligne ainsi que sur les bords latéraux des zones palatale et vélaire. Rappelons que ces variations n'ont pas été prises en compte dans l'ensemble des analyses statistiques puisque se trouvant en dehors de la zone d'étude. Ces variations montrent que la CL /n/ est produite de manière moins "appuyée" que la CA. Cette tendance n'est pas observable chez YM. D'une manière générale, les différences inter-individuelles nous amènent à penser que cette étude préliminaire demande à être élargie à d'autres locuteurs afin de confirmer ou d'infirmer les tendances déjà observées. Comme nous l'avons vu en introduction, la PA propose une conception unifiée entre phonologie et phonétique en ne se servant que d'une seule primitive, le Geste articulatoire défini en partie par des informations spatio-temporelles. Les résultats des différents paramètres d'étude indiquent une différence fine de couplage des consonnes avec les voyelles adjacentes, confirmant ainsi notre hypothèse de départ. En effet, la schématisation de l'organisation temporelle des gestes articulatoires nous amène à penser que les gestes relatifs à la production des CL et des CA varient sur l'axe temporel de manière continue et graduelle. Au niveau de la perception, la CL semble appartenir à la syllabe suivante mais l'analyse phonétique indique qu'il existe des différences dans la façon dont elle est réalisée par rapport à la CA. La resyllabification de la CL, même si elle existe, semble partielle et liée à un phénomène de gradience.

5. CONCLUSION

Notre étude a permis de mettre en évidence des différences de couplage dans la production des gestes articulatoires liés aux CA et aux CL. Nous pensons que les paramètres utilisés dans cette étude et le modèle sur lequel nous nous appuyons sont les mieux à même de mener cette tâche et de mettre à jour les différences fines qui existent entre les CA et les CL. En présentant une dynamique qui lui est propre, la CL accède ainsi à une individualité qui la distingue de la CA.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] C. Browman and L. Goldstein. Towards an articulatory phonology. *Phonology Yearbook*, 3 : 219-252, 1986.
- [2] P. Delattre. *La liaison en français, tendances et classification*. The French Review, XXI, pages 148-157, 1947.
- [3] B. Dejean de la Bâtie. *Word boundary ambiguity in spoken French*. PhD thesis, Monash University, Victoria, Australia, 1993.
- [4] P. Encrevé. *La liaison avec ou sans enchaînement*. Paris, Le Seuil, 1988.
- [5] C. Fougeron. La phonologie articulatoire : une introduction. In Nguyen, N., Wauquier-Gravelines, S., et Durand, J., éditeurs, *Phonologie et phonétique : Forme et substance*, pages 265-290. Hermès, Paris, 2005.

- [6] M. Gaskell, E. Spinelli and F. Meunier. Perception of resyllabification in French. *Memory and Cognition*, 30 : 798-810, 2002.
- [7] N. Nguyen, S. Wauquier, L. Lancia and B. Tuller. Detection of liaison consonants in speech processing in French : Experimental data and theoretical implications, *Segmental and Prosodic Issues in Romance Phonology*, édité par P. Prieto, J. Mascaró & M.J. Solé (John Benjamins), pages 3-23, 2007.
- [8] E. Spinelli, J. McQueen and A. Cutler. Processing resyllabified words in French. *Journal of Memory and Language*, 48 : 233-254, 2003.
- [9] S. Wauquier-Gravelines. *Organisation phonologique et traitement de la parole continue*, Thèse de doctorat, Université de Paris 7, 1996.

Table 1 : Moyennes et écarts types des paramètres I1, I2 (en ms), V1, V2 (en nombre de contacts par seconde) et du nombre de contacts maximal de la consonne cible dans chaque position étudiée (Attaque et Liaison)

	/z/		/n/	
	IM	YM	IM	YM
Intervalle I1	A : 80 ; 26 L : 69 ; 19		A : 59 ; 12 L : 59 ; 15	A : 58 ; 15 L : 51 ; 12
Intervalle I2	A : 89 ; 26 L : 85 ; 25		A : 83 ; 23 L : 71 ; 19	
Vitesse de mise en place de la consonne cible	A : 234 ; 156 L : 263 ; 159		A : 691 ; 141 L : 627 ; 151	A : 408 ; 138 L : 425 ; 130
Vitesse de relâchement de la consonne cible	A : 317 ; 94 L : 287 ; 94		A : 512 ; 121 L : 481 ; 92	A : 336 ; 128 L : 358 ; 110
Nombre de contacts maximal dans la zone alvéolaire	A : 16,38 ; 1,22 L : 15,85 ; 1,36		A : 20,85 ; 1,46 L : 19,5 ; 1,78	A : 13,15 ; 3,1 L : 13,43 ; 2,84

Table 2 : Valeurs de t et de p pour l'ensemble des paramètres étudiés

	/z/		/n/	
	IM	YM	IM	YM
Intervalle I1	t(215) = -2,70 ; p<0,01		t(71) = -0,09 ; p=0,93	t(71) = -3,09 ; p<0,01
Intervalle I2	t(107) = -0,93 ; p<0,05	t(107) = -3,48 ; p<0,01	t(150) = -12,89 ; p<0,01	
Vitesse de mise en place de la consonne cible	t(215) = 2,78 ; p<0,01		t(71) = -3,69 ; p<0,01	t(71) = 0,54 ; p=0,59
Vitesse de relâchement de la consonne cible	t(107) = -2,67 ; p<0,01	t(107) = -1,93 ; p=0,057	t(71) = -1,78 ; p=0,079	t(71) = 0,82 ; p<0,05
Nombre de contacts maximal dans la zone alvéolaire	t(107) = -2,57 ; p<0,05	t(107) = 0,50 ; p=0,62	t(71) = -4 ; p<0,01	t(71) = 0,41 ; p=0,68

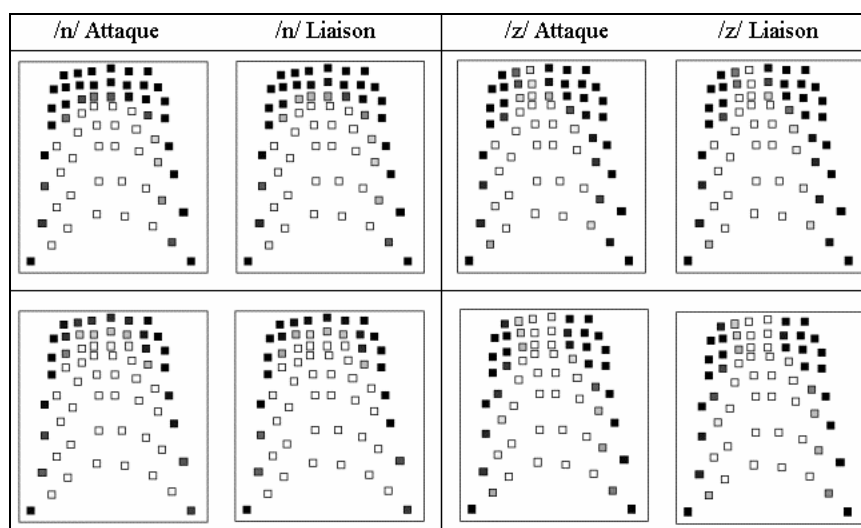


Figure 2 : patrons d'activation EPG moyens dans la phase médiane de la consonne (nombre maximal de contacts dans la zone alvéolaire) pour chaque locuteur (en haut : IM, en bas : YM) et pour chaque consonne dans chacune des positions étudiées (Attaque et Liaison). Le degré d'activation moyen relatif à chaque électrode sur le palais est représenté sur une échelle allant du blanc (activation pour aucun item) au noir (activation observée pour tous les items).