

La liaison dans la parole spontanée familière : une étude sur grand corpus

Martine Adda-Decker, Cécile Fougeron, Cédric Gendrot & Lori Lamel
Université de la Sorbonne Nouvelle / CNRS-LPP
Elisabeth Delais-Roussarie, Université Paris Diderot / CNRS-LLF

Résumé : *Cet article porte sur la liaison dans un parler spontané familial. Partant du constat que, dans la parole familière, les prononciations s'écartent souvent de leur forme canonique du fait d'un taux de réduction temporelle élevé, nous faisons l'hypothèse que le nombre de liaisons réalisées se trouve diminué dans ce type de parole. Notre étude repose sur une exploration du corpus NCCFr (Nijmegen Corpus of Casual French) à partir de techniques automatiques comme l'alignement automatique. Les taux de réalisation sont mesurés pour les consonnes de liaison les plus fréquentes (/z/, /n/ et /t/) dans des sites de liaison potentielle classés selon que la liaison y est obligatoire, facultative ou interdite. Nous proposons également une étude sur les relations entre le débit de parole et la réalisation des liaisons.*

Abstract: *In this paper, the realisation of the French Liaison is investigated in a large corpus of casual speech. Considering that casual speech gives rise to a large range of pronunciation variants and that overall temporal reduction increases, one may hypothesize that French liaison tends to be less productive in this speaking style. We made use of automatic processing such as automatic speech alignments to evaluate when liaison is realized in the NCCFr corpus. Realized liaisons were examined and measured for the most frequent liaison consonants (/z/, /n/ and /t/) as a function of a liaison sites classified as mandatory, optional or forbidden. The relation between speech rate and liaison realization is also examined.*

Mots clés : liaison, parler spontané familial, alignement automatique, débit
Keywords: French liaison, casual speech, automatic speech alignment, speech rate

1. Introduction

De nombreux travaux consacrés à la prononciation du français ont montré que certains phénomènes phonologiques comme la liaison ou la réalisation des schwas sont sensibles au style de parole (cf. entre autres, Delattre 1966 ; Fougeron & al. 2001). Au niveau méthodologique, la possibilité d'explorer de grands corpus permet d'une part de mieux évaluer comment les réalisations phonétiques varient selon les registres, et d'autre part, de mieux appréhender et caractériser de nombreux phénomènes de variation comme la liaison, la chute du schwa, la réalisation des voyelles orales, etc. (cf. entre autres, Adda-Decker & al. 2008 ; Durand & Lyche 2008 ; Durand 2009). Dans cet article, nous tentons de porter un regard nouveau sur le phénomène de la liaison, qui a déjà été largement étudié, en explorant un grand corpus de parole familière. Notre objectif est d'examiner à l'aide d'une approche semi-automatique comment se réalisent les liaisons en /n/, /z/ et /t/ dans ce registre de parole particulier. Nous émettons l'hypothèse que, dans ce type de parole où les réductions temporelles sont fréquentes (Adda-Decker & Snoeren 2011), un phénomène de variation

phonologique tel que la liaison doit subir des contraintes particulières. D'une part, nous pensons que des corrélations intéressantes entre ce phénomène et d'autres phénomènes comme la chute du schwa, les réductions phonétiques, le débit ou les découpages prosodiques sont à attendre. D'autre part, l'étude de productions de nombreux locuteurs nous permettra d'appréhender la variation interlocuteur et par là la question des grammaires individuelles. La présente étude constitue donc une première étape dans l'étude des réalisations phonétiques en français familier. Nous proposons ici un premier bilan sur la réalisation des liaisons dans ce corpus de parole familière, en tenant compte de la nature de la consonne de liaison (/n/, /t/ ou /z/), du type du site d'occurrence (contextes de liaison obligatoire, facultative, interdite), et du débit de parole des locuteurs. En outre, nous nous attardons sur certains contextes de liaison qui ont été étudiés récemment dans d'autres études sur large corpus (Durand & Lyche 2008 ; Mallet 2008).

Cet article s'organise en trois parties. Dans un premier temps, nous faisons quelques rappels sur la façon dont a été analysée la liaison dans les études linguistiques et grammaticales, et nous montrons ce que les corpus ont pu apporter à ces analyses. Ensuite, nous présentons le corpus et la méthode employés pour étudier la liaison et sa réalisation en parole familière intime. Pour finir, nous présentons la distribution des contextes de liaison et les taux de réalisation des liaisons dans notre corpus. Nous commençons par une analyse d'ensemble, pour ensuite entrer dans le détail en fonction de la nature de la consonne de liaison, mais également en nous arrêtant sur certaines configurations grammaticales particulières. Pour finir, nous proposons une étude plus originale qui tente de voir s'il existe une relation entre le débit des locuteurs et le taux de réalisation des consonnes de liaison.

2. La liaison : des descriptions grammaticales aux faits

La liaison est un phénomène phonologique complexe qui se produit à la joncture entre deux mots, et qui consiste en la réalisation d'une consonne finale normalement muette mais appartenant orthographiquement à un mot M1, si celui-ci est suivi par un mot M2 commençant par une voyelle ou, éventuellement, une semi-voyelle. La consonne réalisée est appelée *consonne de liaison* et correspond à une consonne dont la prononciation a progressivement disparu entre le XII^e et le XVI^e siècle :

- (1) a. *un enfant* [œnãfã] vs *un garçon* [œgãrsõ]
 b. *petit ami* [põtitamî] vs *petit ballon* [põtibalõ]

Ce phénomène a donné lieu à un nombre important de travaux qui diffèrent tant dans leur visée (descriptive, grammaticale, orthoépique, etc.) que dans les paradigmes théoriques dans lesquels ils s'insèrent (cf., pour une synthèse, Côté 2012). La majorité de ces travaux a porté sur l'un des deux points suivants : (i) le statut lexical et la représentation phonologique de la consonne de liaison, et (ii) la définition et la classification des contextes qui appellent la réalisation des consonnes de liaison. Pour ce qui est du premier point (qui dépasse le cadre de notre étude), il est possible de distinguer en gros trois approches, parmi lesquelles la plus fréquente est celle qui consiste à associer la consonne de liaison à la représentation lexicale du mot M1, et à expliquer la réalisation/non-réalisation de la consonne de liaison par des mécanismes comme la troncation, la supplétion ou l'association d'un segment latent. Les deux autres approches reposent sur l'idée que la consonne de liaison est épenthétique ou rattachée lexicalement au mot 2 (cf., pour une synthèse sur ces points, Mallet 2008 et Côté 2012).

Pour la définition et la classification des contextes de liaison, les approches traditionnelles à visée grammaticale ou orthoépique se sont surtout appuyées sur les catégories grammaticales des mots M1 et M2 (cf., entre autres, Delattre 1966, mais aussi, dans un cadre différent, Selkirk 1972). Cela a conduit à classer les contextes en trois grandes catégories selon que la

réalisation de la consonne de liaison est obligatoire, facultative ou erratique (interdite). Lorsque ces analyses – qui reposent souvent sur un nombre restreint de données et sur les intuitions des linguistes – ont été confrontées à des données plus diversifiées, il est apparu qu'elles n'étaient pas à même de rendre compte des faits dans toute leur complexité. Morin et Kaye (1982) ont ainsi montré que de nombreux facteurs doivent être pris en considération, notamment pour l'étude des liaisons facultatives. Cela a été confirmé par de nombreux travaux sur corpus et a conduit à dresser une liste non exhaustive de facteurs en jeu : la catégorie grammaticale des mots, la nature de la consonne de liaison, les groupements prosodiques et la longueur syllabique des mots M1 et M2, le style de parole, la fréquence lexicale des mots, la fréquence de co-occurrence des séquences M1 M2, etc. (cf. Delattre 1966 ; Fougeron & al. 2001 ; Durand & Lyche 2008, et, pour une synthèse, Côté 2012). En conséquence, et à la suite de Mallet (2008), nous pouvons dire que la liaison doit être considérée comme un phénomène multi-factoriel et multi-niveau largement influencé par des effets de fréquence.

Depuis peu, le recours à de grands corpus oraux multi-locuteurs (cf., par exemple, *Bref* (Lamel & al. 1991), *PFC* (Durand & Lyche 2008)) contribue à la description et la quantification des phénomènes de liaison dans différents styles de parole et sur grande échelle (cf., entre autres, Adda-Decker & al. 1999 ; Boula de Mareüil & al. 2003 ; Durand & Lyche 2008 ; Mallet 2008 ; Laks & Calderone à paraître). Les résultats des études basées sur des productions plus naturelles peuvent servir aussi bien pour le traitement automatique de la parole que pour la didactique des langues et la mise au point de modélisations phonologiques plus fines tenant compte du poids des différents facteurs.

3. Corpus et méthode d'investigation des contextes de liaison

3.1. Le Corpus NCCFr

Le corpus utilisé dans cette étude est le corpus NCCFr (Nijmegen Corpus of Casual Speech, cf. Torreira & al. 2010). Il a été conçu pour mener des études sur la variation phonétique dans un registre familial intime. Il a été enregistré fin 2007 au Laboratoire de Phonétique et de Phonologie de Paris. Il comprend 35 h de parole produite par 46 locuteurs (24 femmes et 22 hommes). Il est composé de dialogues entre étudiants de la région parisienne qui se connaissent bien (environ 90 min de conversation pour chaque paire de locuteurs). La sélection des locuteurs en fonction de leur statut (étudiant) et de leur origine géographique (région parisienne) permet de relativement bien contrôler les variables socioprofessionnelles et régionales. Une partie des enregistrements des dialogues s'est faite en présence d'une troisième personne, également amie des autres locuteurs. Cette dernière avait pour rôle d'alimenter si nécessaire les échanges oraux entre les deux autres. Ses contributions restent donc limitées et n'ont pas été prises en compte dans cette étude.

Le LIMSI a coordonné la transcription orthographique manuelle du corpus, faite à l'aide du logiciel *Transcriber* (Barras & al. 2001). Les transcrip-teurs avaient pour consigne de transcrire tous les événements audibles, y compris les disfluences, les autoréparations, les reprises, les amorces, etc. De même, ils pouvaient utiliser pour les transcriptions orthographiques des signes de ponctuation forte si cela leur semblait nécessaire. Notons cependant que les signes de ponctuation ont été retirés pour le traitement décrit dans cette contribution. Un exemple de transcription est présenté dans la figure 1.

(i) Un premier sur-ensemble de mots à liaison potentielle a été défini comme l'ensemble des mots se terminant par une consonne graphique pouvant correspondre à une consonne de liaison : *-s, -x, -z* pour les liaisons potentielles en /z/, *-d* et *-t* pour les liaisons potentielles en /t/, *-n* pour les liaisons avec nasales, ainsi que *-r*, et *-p*.

(ii) Ce sur-ensemble de mots a été analysé par des experts afin d'éliminer les mots dont la consonne finale n'est pas muette ou ne peut pas être une consonne de liaison. Ont ainsi été éliminés des mots comme *stop, gadget, sept*, des emprunts étrangers (*week-end, good...*), des tronconations (*démerd\$, instit\$...*), des noms propres (*Franprix, Albert...*), les noms finissant par *-ion* ou par une voyelle nasale (*question, traction, bonbon...*), etc. Des mots ambigus comme *fait* sont gardés à ce stade.

(iii) La liste résultante des mots M1 a servi pour l'extraction automatique des sites potentiels de liaison, c'est-à-dire des bigrammes M1M2 où M2 commence par une voyelle (ou semi-voyelle). Si M2 commençait par une semi-voyelle disjonctive, un *h*-aspiré, ou consistait en une répétition ou une hésitation, le bigramme a été éliminé.

(iv) L'ensemble des bigrammes extraits a ensuite été analysé manuellement par des experts afin de les classer selon qu'ils constituent des contextes de liaison obligatoire (*Lo*), de liaison facultative (*Lf*) et de liaison interdite (*Li*). Cette tâche a été effectuée en tenant compte des appartenances grammaticales de M1 et de M2 comme décrit ci-après.

- Contextes de liaison obligatoire : *Lo*

- a. entre un déterminant et le nom ou l'adjectif qui suit : *des amis, trois enfants, un agréable moment, aucun ennui*, etc.
- b. entre un pronom atone et le pronom ou le verbe qui suit : *ils ont, je les amène, nous entendons, il en achète*, etc.
- c. entre un verbe et l'enclitique qui en dépend : *vas-y, sont-ils*, etc.
- d. dans certaines locutions : *accent aigu, le cas échéant, mesdames et messieurs, tout à fait*.

- Contextes de liaison facultative : *Lf*

- a. entre un adjectif pluriel antéposé et le nom qui suit : *de beaux enfants, de nombreux amis*
- b. entre un adjectif singulier antéposé et le nom qui suit : *un gros ennui, le petit enfant*, etc.
- c. entre une préposition ou un subordonnant et ce qui suit : *chez une amie, dans une semaine, quand on parle*, etc.
- d. entre un adverbe et l'élément qu'il modifie : *mieux intégré, très agréable, pas arrivé*, etc.
- e. entre un verbe/auxiliaire et ce qui suit (participe passé, complément objet, adjectif attribut, etc.) : *il est arrivé, elle allait au cinéma, ils sont attendus, nous mangeons une tarte*, etc.
- f. entre un nom au pluriel et l'adjectif qui en dépend : *des soldats anglais*, etc.

- Contextes de liaison interdite¹ : *Li*

- a. entre un sujet nominal au singulier et le verbe : *l'enfant a réussi*
- b. entre un nom singulier et l'adjectif qui en dépend : *un repas italien, un accent américain*
- c. après la conjonction de coordination *et* : *lui et elle, parents et enfants*, etc.

Pour classer les bigrammes, nous nous sommes appuyés sur ces classes en ne considérant qu'un contexte local réduit du mot M₁ pouvant faire liaison (le trigramme M₀M₁M₂) sans analyse grammaticale et syntaxique de l'énoncé complet. Les bigrammes ambigus ont été éliminés. Ainsi, par exemple, pour le mot M₁ *fait* dans le contexte local *en fait un*, rien ne permet de savoir si *fait* est une forme verbale qui peut facultativement entrer en liaison avec

¹ Notons que, dans certains styles, notamment lors de déclamation, des liaisons peuvent être effectuées. Ainsi, par exemple, dans le discours prononcé lors du transfert des cendres de Jean Moulin au Panthéon, André Malraux dit « l'accent invincible de la fraternité ».

le déterminant *un* (*il en fait tout un plat*), ou s'il s'agit d'une locution où le *-t* final est toujours prononcé (*en fait Max est là*). En revanche, le contexte *il fait un* n'est pas ambigu. La table 2 montre dans sa partie gauche les 10 bigrammes les plus fréquents. La colonne de droite indique le type de liaison (*Lo*, *Lf* et *Li*, éliminé). La partie droite de la table donne quelques bigrammes supplémentaires représentatifs du corpus.

Table 2. Exemples de bigrammes M1M2 à contexte de liaison avec comptes d'occurrence et type de liaison Obl/Fac/Int ou marqués « éliminé ».
Gauche : 10 bigrammes les plus fréquents. Droite : 4 bigrammes les-NOM les plus fréquents, quelques bigrammes de fréquence moyenne représentatifs.

M ₁	M ₂	CL	#Occ.	Type	M ₁	M ₂	CL	#Occ.	Type
on	a	/n/	477	Obl	les	autres	/z/	81	Obl
ils	ont	/z/	402	Obl	les	enfants	/z/	38	Obl
on	est	/n/	375	Obl	les	hommes	/z/	34	Obl
en	a	/n/	375	Obl	les	élections	/z/	33	Obl
dans	un	/z/	148	Fac	les	a	/z/	25	Obl
pas	à	/z/	139	Fac	sais	ils	/z/	55	Int
fait	un	/t/	139	éliminé	quand	il	/t/	69	Fac
mais	il	/z/	138	Fac	gens	ils	/z/	68	Int
pas	un	/z/	112	Fac	fait	il	/t/	61	éliminé
mais	en	/z/	103	Fac	dit	oui	/t/	21	Int

Avant de poursuivre, il est intéressant de noter que les contextes de liaisons facultatives regroupent des contextes très diversifiés pour lesquels des taux de réalisation très différents peuvent être attendus. Ainsi, par exemple, les liaisons entre une préposition et son complément (*chez un ami, chez elles, dans une heure*, etc.) ou entre un auxiliaire et le participe (*il est arrivé, je suis attendue*, etc.) sont généralement beaucoup plus fréquemment réalisées qu'entre un verbe et son complément (*Les enfants vont au cinéma*). Il est important de noter que les liaisons facultatives se dispersent sur un continuum où plusieurs facteurs interviennent dans la fréquence de réalisation : la configuration syntaxique, la nature du segment de liaison, la fréquence lexicale des items M1 et des cooccurrences M1M2, le style de parole, la taille des constituants prosodiques, etc.

3.3. Alignement automatique et prononciations

Pour déterminer si les consonnes de liaison sont réalisées ou non dans les 26 946 contextes de liaison observés, nous avons eu recours à des techniques automatiques. Le corpus dans son ensemble a été exploré par le biais de l'alignement automatique, en utilisant le système de reconnaissance du LIMSI (Gauvain & al. 2005). En partant d'un signal de parole et de sa transcription (la séquence de mots prononcés), l'alignement automatique cherche à localiser ces mots dans le signal ainsi qu'à localiser les réalisations des phonèmes composant ces mots. Pour ce faire, le système d'alignement s'appuie sur une modélisation acoustique des mots de la langue à partir d'un dictionnaire de prononciation et d'un inventaire de modèles acoustiques (modèles de Markov cachés) élémentaires représentant l'ensemble des 34 phonèmes du français. Ces modèles acoustiques arrivent à parfaitement bien localiser les mots et les sons dans le signal de parole. Cependant, ils ne sont pas optimisés pour localiser précisément des « frontières » de sons suivant des critères phonétiques précis. Notre objectif est ici de localiser ou non des consonnes de liaison, telles que précisées dans le dictionnaire de prononciation. La table 3 donne des exemples extraits du dictionnaire de prononciation,

qui contient pour chaque mot au moins une prononciation canonique (*i.e.* complète telle que produite en isolation) et pour les mots à consonne de liaison (CL), le dictionnaire précise une variante incluant la CL. Etant donné l'importance des phénomènes de réduction temporelle dans notre corpus, le dictionnaire inclut aussi pour les mots les plus fréquents des variantes de prononciation plus courtes.

Comme l'illustrent les figures 2 et 3, une liaison sera considérée comme réalisée si le système de reconnaissance identifie la présence d'un segment à la fin du mot M1 et avant les segments initiaux de M2.

Table 3. Dictionnaire de prononciation avec liaisons potentielles et variantes réduites.
 $|\varphi_{\text{canon}}|$ indique la longueur de la prononciation canonique en nombre de phonèmes.
 La dernière ligne donne des variantes de réduction temporelle uniquement.

Mots	Pron. canon.	$ \varphi_{\text{canon}} $	Variantes CL / réduites	Mots	Pron. canon.	$ \varphi_{\text{canon}} $	Variantes CL / réduites
ils	il	2	ilz / i iz	on	ɔ̃	1	ɔ̃n
animaux	animo	5	animoz	est	ɛ	1	ɛt
premier	prœmjɛ	6	prœmjɛr	trop	tʁɔ	3	tʁɔp
maintenant	mɛ̃tənɑ̃	6	mɛ̃tɛ̃nɑ̃ mɛ̃nɑ̃	avec	avɛk	4	aɛk ɛk

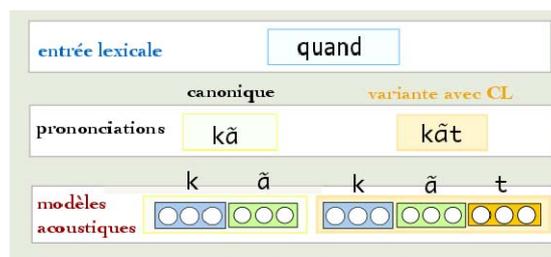


Figure 2. Illustration des modèles acoustiques du mot quand (sans et avec consonne de liaison) concaténés à l'aide des prononciations à partir de modèles acoustiques de phones.

L'utilisation d'un aligneur automatique a de nombreux avantages, notamment celui d'offrir la possibilité de travailler sur des volumes de données considérables. Rappelons cependant de façon rapide quelques limites inhérentes à ce mode de traitement. Pour fonctionner, l'alignement automatique repose sur les formes présentes dans le dictionnaire de prononciation, c'est-à-dire, dans la majorité des cas, sur les formes standard, où la grande majorité des segments est représentée. Or, dans notre corpus, où nous avons affaire à un style très relâché, de nombreux mots sont produits avec de fortes réductions segmentales, et donc des formes incomplètes. Cela peut avoir pour conséquence qu'une partie des consonnes de liaison réalisées ne soient pas détectées à cause de réductions temporelles extrêmes à proximité. Ainsi, par exemple, si le déterminant *les* est prononcé de manière très réduite comme [z] au lieu de [lez], l'alignement pourrait, en se référant à la forme la plus courte du dictionnaire, à savoir [le] sans liaison, ne pas comptabiliser la consonne de liaison comme réalisée. Pour évaluer précisément le taux d'erreurs imputable à cette technique, il sera nécessaire d'écouter l'ensemble des contextes de liaison et de mieux appréhender la façon dont ils sont réalisés. Nous avons effectué cette tâche sur des sous-parties du corpus (locuteurs, nature des consonnes de liaison, types de contextes, etc.) et le taux d'erreurs reste globalement inférieur à 5 %. Ces réserves doivent être prise en considération pour

l'interprétation de nos résultats, la méthodologie mise en œuvre ouvre toutefois des voies intéressantes, comme nous le verrons dans les sections qui suivent.

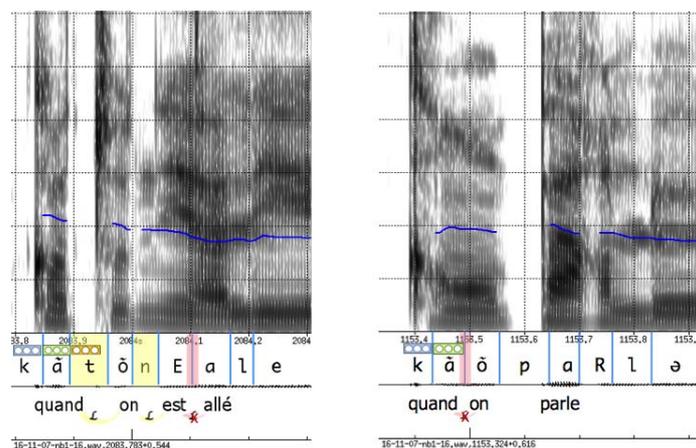


Figure 3. Alignement automatique pour la réalisation de *quand* dans deux contextes de liaison facultative *quand on*. Le spectrogramme est découpé en phones et en mots. A gauche, les consonnes de liaisons /t/ et /n/ sont détectées dans la forme *quand_on_est allé*, mais pas dans la phrase de droite *quand on parle*.

4. Résultats : la réalisation des liaisons en /n/, /z/ et /t/

4.1. Vue d'ensemble

Sont présentés ici la distribution des contextes de liaison et les taux de réalisation de la liaison observés sur l'ensemble des données pour les trois consonnes de liaison (CL) les plus productives, à savoir /z/, /t/ et /n². Les résultats globaux sont présentés dans la table 4. Les 26 946 sites de liaison potentielle correspondent pour plus de la moitié (53 %) à des sites de liaison facultative, pour 28 % à des sites de liaison obligatoire et pour 19 % à des sites de liaison interdite. Ce dernier pourcentage, relativement élevé, reflète une des caractéristiques de l'oral familier qui se compose de successions de propositions courtes du genre *tu sais alors les gens ils_ont*.

Sur l'ensemble du corpus (soit sur 271,9k mots traités), un mot sur 10 est un mot pouvant entrer en liaison avec ce qui suit (et plus précisément un sur 12,5 après élimination des contextes de liaison interdite). L'analyse présentée se base donc sur 26,9k sites de liaison potentielle, ou 21,9k sites si on élimine du décompte les contextes de liaison interdite.

Comme attendu, les liaisons obligatoires ont des taux de réalisation élevés (83,3 %) mais elles n'atteignent pas les 100 %. Des vérifications manuelles actuellement en cours vont permettre de quantifier avec précision la proportion de consonnes de liaison effectivement non réalisées, les résultats actuels pouvant être faussés par des problèmes d'alignement liés à la réduction temporelle, comme évoqués dans la section 3.3.

² Notons que sur l'ensemble du corpus, le /r/ génère un peu plus de 1 000 sites de liaison potentielle, et le /p/ ne se trouvait que dans 130 sites de liaison potentielle, c'est-à-dire très peu en comparaison du nombre retenu pour les consonnes /z/, /n/ et /t/.

Les liaisons facultatives, qui sont de loin les plus représentées, sont très peu réalisées, avec un taux moyen d'environ 11 %. Deux éléments peuvent expliquer ce taux très faible de réalisation des liaisons facultatives. D'une part, la définition adoptée ici pour définir les sites de liaison facultative est très permissive. Elle inclut en effet des liaisons potentielles assez rares (ex. *vous sortez-un*). D'autre part, ce taux très faible peut être à rapprocher de l'observation que notre type de parole familière inclut une proportion élevée de mots réduits temporellement, articulés très vite et avec moins de segments. Nous allons revenir sur ce point dans la sous-section 4.4. qui porte sur les relations entre les taux de réalisation de la liaison et le débit. On peut en tout cas faire l'hypothèse que la liaison permet un jeu syllabique qui peut dans ce type de parole conduire à une réduction du nombre de syllabes lorsque la liaison n'est pas réalisée. En effet, dans bon nombre de cas où il y a un contact V#V, les deux syllabes consécutives peuvent être articulées comme une seule syllabe avec les deux voyelles fusionnant en un seul segment vocalique (coalescence), éventuellement entouré d'une semi-voyelle. Au vu de ces deux éléments et des différences méthodologiques par rapport aux travaux menés à partir du corpus PFC, la comparaison des taux de réalisation entre études doit être interprétée avec quelques précautions.

La table 4 présente une synthèse des résultats d'ensemble en fonction du type de liaison (obligatoire, facultatif et interdit). Elle intègre le nombre de sites potentiels, le nombre de sites où la liaison est réalisée, et le pourcentage de réalisation.

Table 4. Résultats en fonction du type de liaison *Obl*(igatoire)/*Fac*(ultatif)/*Int*(erdit).
Les lignes *All* et *All-Int* regroupent les 3 types, dont sous *All* les 2 types *Obl* et *Fac*.
#Sites indique le nombre de sites potentiels de CL.
Les deux dernières colonnes indiquent le nombre et le pourcentage de liaisons réalisés.

Type	Sites		Réalisé	
	#		#	%
<i>Obl</i> ~	7636		6358	83
<i>Fac</i> ~?	14308		1560	11
<i>Int</i>	5002		275	6
<i>All</i>	26946		8193	30
<i>All-Int</i>	21944		7918	36

4.2. Tendances par consonne de liaison

Vont être discutées dans les sections qui suivent les tendances par consonne de liaison, à partir des résultats exposés dans la table 5 (ci-dessous), et en fonction des types de contexte. La présentation des tendances par consonne est faite par ordre de fréquence décroissante des sites de liaison potentielle.

4.2.1. La liaison en /z/

La liaison en /z/ présente le plus grand nombre de sites de liaison potentielle (14 589, soit 54 % de l'ensemble considéré). Avec cette consonne, les liaisons facultatives sont deux fois plus fréquentes que les liaisons obligatoires. Les mots M1 les plus fréquents en site de liaison potentielle sont *pas*, *mais*, *sais*, *as*, *puis*, *vois*, *dans*, *plus*, *suis*, *es*, *après*, *vas*, *gens*, *deux*. Ils cumulent à eux seuls plus de 5 000 des 14 589 sites, soit plus du tiers. Un examen attentif montre que, à part quelques adverbes (*plus*, *pas*) et quelques prépositions très fréquents, la majorité des contextes correspond à des séquences où le M1 est une forme verbale à la 1^e ou à la 2^e personne. Il s'agit donc toujours de contextes de liaison facultative. Les déterminants *les*, *des* (ou même *trois* ou *deux*), qui sont fréquents dans le style journalistique et qui entrent dans

des contextes de liaison obligatoire, n'apparaissent pas ici dans les premières positions en terme de fréquence d'occurrences.

Table 5. Résultats quantitatifs en fonction de la consonne de liaison et le type de liaison **Obl**(igatoire)/**Fac**(ultatif)/**Int**(erdit).
Les lignes **All** et **All-Int** regroupent les 3 types, dont sous **All** les 2 types **Obl** et **Fac**.
#Sites indique le nombre de sites potentiels de CL.
Les deux dernières colonnes indiquent le nombre et le pourcentage de liaisons réalisés.

Type	/z/			/t/			/n/		
	Sites #	Réalisé #	%	Sites #	Réalisé #	%	Sites #	Réalisé #	%
Obl	3768	3197	85	194	149	77	3674	3012	82
Fac	7574	653	9	6482	779	12	252	128	51
Int	3247	108	3	854	60	7	901	107	12
All	14589	3958	27	7530	988	13	4827	3247	67
All-Int	11342	3850	34	6676	928	14	3926	3140	80

Par rapport aux résultats globaux qui ont été présentés table 4, on peut remarquer que le taux de réalisation de la consonne de liaison /z/ dans des sites de liaison interdite n'est que de 3 % (contre 6 % en moyenne). De même, le taux de réalisation des liaisons en /z/ dans des contextes de liaison facultative n'est que de 9 %, contre 11 % en moyenne.

4.2.2. La liaison en /t/

Les contextes de liaison en /t/ correspondent à un peu moins de 30 % des sites de liaison potentielle (7 530 sur 26 946). Une très grande part correspond à des contextes de liaison facultative (6 482, soit 86 %). Les mots les plus fréquents générant des sites de liaison potentielle sont par ordre de fréquence décroissant : *fait, est, tout, quand, avait, dit, sont, était, ont, vraiment*. L'étude des items montre que nous avons essentiellement affaire à des formes verbales qui peuvent faire liaison avec le mot qui suit, qu'il s'agisse d'un complément objet, d'un adverbe ou d'un participe passé pour les formes *avait, est, sont, était* et *ont*. Ces items représentent à eux seuls plus de 3 000 contextes de liaison potentielle en /t/, et entrent surtout dans des contextes où la liaison est facultative, même si des disparités très importantes sont à noter en ce qui concerne les possibilités de réalisation des liaisons entre, par exemple, *il est arrivé, il fait un gâteau* ou *c'est vraiment inquiétant*.

D'une manière générale, avec la consonne de liaison /t/, les taux de réalisation sont globalement plus faibles (14 %) qu'avec les deux autres consonnes (34 % et 80 % pour /z/ et /n/ respectivement). Cela s'explique d'abord par une proportion très faible de contextes de liaison obligatoire (2,5 % sur l'ensemble des contextes en /t/, contre 25,8 % pour les liaisons en /z/ et 76 % pour les liaisons en /n/). Ensuite, avec cette consonne, 23 % des liaisons obligatoires ne sont pas réalisées. Il peut s'agir d'une réalité linguistique ou d'un biais méthodologique (le /t/ peut être omis lors de l'alignement automatique), ce qui ne pourra être validé que par des vérifications manuelles.

4.2.3. Les liaisons en /n/

Les sites de liaison potentielle sont de loin les moins fréquents pour la consonne de liaison /n/ (moins de 20 % de l'ensemble des sites). Cependant, la plupart des sites correspondent à des contextes de liaison obligatoire (3 674 sur 4 827 sites, soit 76 %), où la liaison est réalisée à 82 %. Cette forte proportion de liaison obligatoire réalisée a pour conséquence que le nombre total de liaisons en /n/ réalisées est presque aussi important que le nombre de liaisons en /z/

réalisées (3 140 /n/ vs 3 850 /z/ en tenant compte des contextes de liaison obligatoire et facultative).

Dans l'ensemble du corpus, les mots M1 les plus fréquents qui entrent dans des sites de liaison potentielle sont *on*, *en* et *un*, lesquels génèrent à eux seuls 2 000 contextes de liaison en /n/, très majoritairement de type obligatoire. D'autres mots fréquemment observés dans les sites de liaison potentielle avec la consonne /n/ sont *bien*, *bon*, *mon*, *rien*, *son* et *ton*. Parmi eux, *mon*, *ton* et *son* entrent dans des contextes de liaison obligatoire.

Une autre spécificité de la consonne de liaison /n/ est de présenter un taux de liaison facultative réalisée de 52 %, un taux bien plus élevé que pour le /z/ et le /t/. Cela peut s'expliquer par le fait que la préposition *en*, qui a été classée comme générant des sites de liaison facultative, conduit souvent à des réalisations très fréquentes de la liaison, notamment lorsque *en* est suivi d'un nom et non d'un déterminant.

4.3. Quelques mots M1 et quelques contextes à la loupe

Les résultats exposés dans les sections précédentes ne sont pas facilement comparables à ceux obtenus par Mallet (2008) à partir de l'étude d'une partie des conversations dans le corpus PFC. En effet, même si le nombre de contextes de liaison potentielle qu'elle prend en compte (28,6k) est du même ordre de grandeur que le nôtre, les bases utilisées pour définir ces contextes et les classer en contexte de liaison obligatoire, facultative et interdite diffèrent. En conséquence, on ne peut pas savoir si la grosse différence qui existe entre le taux de liaisons réalisées qu'elle obtient (45 % sur l'ensemble des conversations en moyenne) et le nôtre (36 %) est imputable à des différences méthodologiques ou aux styles de parole envisagés. Pour dépasser cette difficulté, nous avons comparé de façon détaillée les taux de réalisation obtenus pour un ensemble restreint d'items lexicaux (*dans*, *chez*, *est* et *était*) communs aux deux études. Deux éléments ont joué dans le choix de ces mots : (i) ils entrent généralement dans des constructions M1 M2 où les liaisons, bien que facultatives, sont fréquemment réalisées (*dans une maison*, *chez elle*, *il est arrivé*, *c'est important*, etc.)³ ; et (ii) ces mots ont également été étudiés en détail dans le travail de Mallet (2008).

4.3.1. La réalisation de la liaison après les prépositions *chez* et *dans*

Ont été extraits de notre corpus 296 contextes où la préposition *dans* peut faire liaison avec ce qui suit (notamment le déterminant *un/une* dans 295 cas). Sur cet ensemble, la liaison est réalisée dans 77 % des cas. Ce taux est bien inférieur à ce qu'obtient Mallet (2008) dans les conversations et les tâches de lecture extraites du corpus PFC : sur 398 contextes avec la préposition *dans*, la liaison est réalisée dans 94,7 % des cas. A supposer que Mallet ait utilisé des proportions égales de conversation et de lecture et que la lecture donne des taux de 100 %, cela implique un taux de réalisation sur les conversations proche de 90 %.

Pour ce qui est de la préposition *chez*, elle apparaît dans un nombre plus limité de contextes dans les deux corpus : 64 occurrences pour PFC et 39 pour notre corpus. En revanche, le taux de réalisation de la consonne de liaison /z/ est légèrement plus important dans nos données (85 %) que dans le corpus PFC (82,8 %). Cette différence peut être imputable à la composition interne de la séquence M1 M2, puisque, dans notre cas, la préposition est suivie d'un pronom (*elle* ou *eux*) dans 34 cas. Or ce dernier contexte conduit à un taux de réalisation

³ Il est important de noter que de nombreux travaux ont proposé de classer comme obligatoire la liaison entre les prépositions monosyllabiques *chez* et *dans* et ce qui suit (cf. Delattre (1966), et, pour une synthèse, Mallet (2008)).

proche de 100 % d'après certaines études menées sur des extraits du corpus PFC (cf. Durand & Lyche 2008).

Une étude plus fine des réalisations obtenues sur notre corpus ouvre aussi la voie à une autre explication. Les différences observées entre les deux corpus peuvent être imputées aux différences de style, mais également aux locuteurs eux-mêmes. En effet, nous observons une grande différence inter-individuelle dans le taux de réalisation de la liaison entre les prépositions monosyllabiques *dans* et *chez* et ce qui suit. Pour *dans*, le taux de réalisation de la consonne de liaison /z/ peut varier du simple au double entre deux locuteurs ayant un nombre de contextes similaires (100 % et 50 % pour 8 contextes, par exemple). De la même façon, même si le nombre d'occurrences est moindre, les mêmes disparités existent pour la préposition *chez*. La figure 4 illustre clairement ces différences entre locuteurs pour les deux prépositions. Pour chaque locuteur sont données les durées moyennes des mots *dans* et *chez* (les durées plus longues à gauche, les plus courtes à droite). En outre, cette figure montre que les taux de réalisation chez un même locuteur ne sont pas toujours comparables pour chacune des prépositions. En d'autres termes, réaliser toutes les liaisons après *dans* n'implique pas un fort taux de réalisation après *chez*.

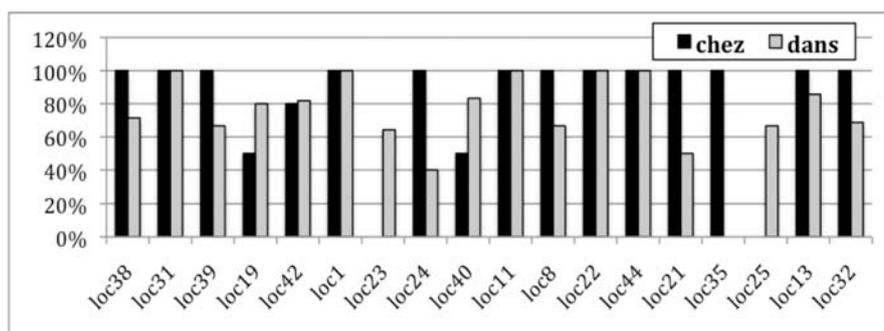


Figure 4. Pourcentage de liaisons réalisées avec les M1 dans et chez pour les 18 locuteurs ayant produits ces deux mots.

Les locuteurs sont présentés selon leur débit moyen (débit Mot1), du plus lent au plus rapide.

4.3.2. La réalisation de la liaison après les formes verbales *est* et *était*

Nous avons étudié en détails le taux de réalisation de la liaison en /t/ après les formes verbales *est* et *était*. Sur l'ensemble de nos données, nous avons extrait 2 283 séquences M1 M2 avec *est* comme M1, et 490 séquences avec *était* comme M1. Dans ces contextes, pourtant classés comme appelant des liaisons facultatives, les taux de réalisation de la liaison sont très faibles (10 % pour *est* et 7 % pour *était*). Ils sont d'ailleurs nettement plus faibles pour *est* que dans les données de PFC. Mallet (2008) a trouvé un taux de liaisons réalisées de 33 % après la forme verbale *est* et de 8,5 % après *était*. Alors que les résultats de Mallet suggéraient un effet de la taille syllabique de M1 sur la fréquence de réalisation de la liaison, nos résultats ne permettent pas de tirer de telles conclusions.

Pour ce qui est de la variation entre locuteurs, illustrée figure 5, l'étude de nos données montre également une grande variation entre locuteurs avec un écart-type entre les taux de réalisation des 46 locuteurs de 9 % pour *est* et pour *était*. Pour chaque locuteur sont données les durées moyennes des mots *est* et *était* (les durées plus longues à gauche, les plus courtes à droite). Les abscisses, qui correspondent aux locuteurs, indiquent le nombre d'occurrences

des deux mots pour chacun. Comme pour les prépositions, on peut voir que la réalisation de la liaison avec *est* n'implique pas forcément la réalisation des liaisons avec *était*.

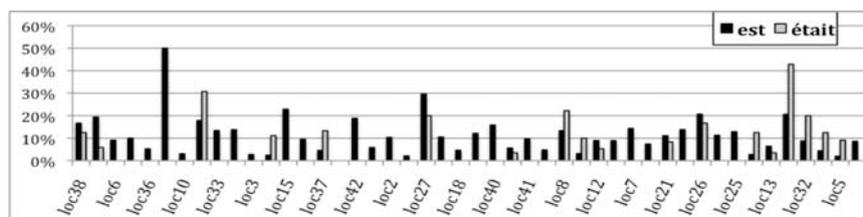


Figure 5. Pourcentage de liaisons réalisées avec les M1 *est* et *était* pour les 46 locuteurs présentés selon leur débit moyen (débit M1), du plus lent au plus rapide.

4.4. Liaison et débit

A plusieurs reprises, nous avons dit que le style de parole de notre corpus se caractérise par un taux important de réduction temporelle, et nous pensons que cela pouvait avoir des conséquences sur le taux de réalisation de la liaison. Pour étudier les relations entre le taux de réalisation de la liaison et le débit de parole, il nous fallait introduire une mesure de débit de parole. Dans la littérature, différentes mesures sont utilisées : le nombre moyen de mots par seconde, de syllabes par seconde, de segments phonétiques par seconde, en incluant ou non les silences inter-mots.

Notre idée ici est de proposer une mesure de débit qui se calcule au niveau du mot, une mesure locale, et qui ne tient pas compte des silences ou des autres temps écoulés hors production lexicale. Selon nous, une telle mesure devrait refléter au mieux les réductions temporelles des mots. Prenons l'exemple du mot *maintenant* pour lequel nous avons introduit plusieurs variantes plus courtes dans le dictionnaire. La réalisation [mɛ̃nɑ̃] avec 4 segments et 2 syllabes est réduite par rapport à une réalisation canonique complète [mɛ̃tɑ̃nɑ̃] avec 6 segments et 3 syllabes. Pour calculer le débit, notre mesure compte le nombre de segments de la forme canonique (théorique) et non pas le nombre de segments articulés de la forme de surface. Pour chaque mot du corpus, nous calculons un débit local grâce à l'équation (1). Un débit moyen peut ensuite être calculé en utilisant l'équation (2) soit pour l'ensemble du corpus, soit par locuteur.

$$(1) \text{Débit}(m_i) = \frac{|\phi_{\text{canonique}}(m_i)|}{\text{Durée}(m_i)}$$

$$(2) \text{Débit} = \frac{\sum_i |\phi_{\text{canonique}}(m_i)|}{\sum_i \text{Durée}(m_i)}$$

D'après cette mesure le débit moyen d'un corpus journalistique comme ESTER (Gravier & al. 2004) est de 15 phonèmes par seconde (ce qui revient à une durée moyenne de 7 cs par segment phonémique). En revanche, cette même mesure appliquée à notre corpus de parole familière et plutôt intime (NCCFr) donne un débit moyen de 26 phonèmes par seconde, ce qui montre l'importance du phénomène de réduction temporelle en parole spontanée et qui pose un défi en modélisation acoustique et lexicale au traitement automatique de la parole.

Afin d'examiner les relations entre le débit et les différences de réalisation de liaison entre locuteurs, nous avons appliqué notre mesure de débit moyen (2) sur l'ensemble des mots produits par locuteur. Nous avons ensuite effectué une analyse de régression prenant comme facteurs débit moyen et locuteur avec le taux de liaisons réalisées comme variable expliquée. Les résultats de cette analyse de régression montrent qu'il existe une corrélation négative (moyenne mais significative, $r = -.4$) entre le débit et le taux de réalisation des liaisons comme illustré sur la figure 6. Cependant, ce résultat est à pondérer avec ce qui a été observé pour certains mots présentés dans la section 4.3. En effet, les figures 4 et 5 à partir des sous-ensembles de contextes de liaison incluant *chez*, *dans* et *est*, *était* montrent que le taux de réalisation de la liaison observé n'est pas systématiquement corrélé au débit, les locuteurs étant présentés dans les figures en fonction de leur débit moyen (du plus lent au plus rapide).

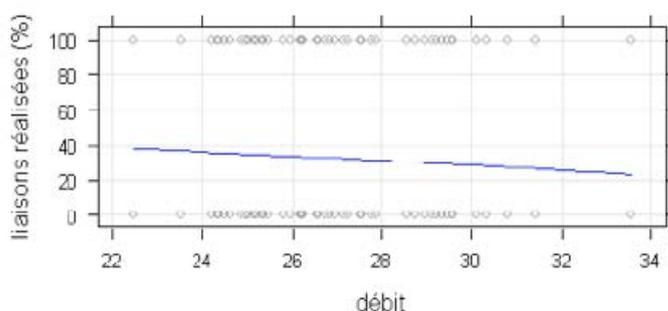


Figure 6. Réalisation des consonnes de liaison en fonction du débit moyen du locuteur.

4. Conclusion

Nous avons présenté dans cette contribution les résultats d'une analyse sur la réalisation de la liaison dans un grand corpus de plus de 30 heures de parole spontanée dans un registre familial, intime, incluant majoritairement des locuteurs jeunes de la région parisienne. Ce travail se caractérise par une méthodologie particulière faisant appel à des procédures automatiques qui permettent d'explorer rapidement des volumes de données importants.

Les résultats obtenus indiquent que ce style de parole se caractérise par un taux de réalisation des liaisons particulièrement faible (36 %, contre 45 % environ dans l'étude de Mallet (2008)). Il se caractérise aussi par un débit très élevé (26 phonèmes par seconde par rapport à 15 phonèmes par seconde dans le corpus de parole journalistique ESTER). En outre, nous avons montré que, globalement, le taux de réalisation des liaisons baisse si le débit moyen du locuteur augmente ; mais que ce résultat doit être pondéré par l'importance des variations inter-individuelles observées par exemple pour la réalisation de certaines formes. Dans le futur, pour mieux évaluer la portée de notre méthodologie et de nos résultats, nous comptons mener des études comparables sur d'autres types de données et vérifier la validité des alignements des consonnes de liaison obtenus. Enfin pour mieux comprendre les facteurs influençant la réalisation des liaisons dans ce style de parole, il nous semble important de continuer nos investigations sur le débit de parole, sur la variation entre locuteurs, sur l'effet du découpage prosodique et sur les relations entre le phénomène de liaison et d'autres phénomènes de variation du français spontané.

Martine Adda-Decker, Cécile Fougeron et Cédric Gendrot
Université Paris 3 / ILPGA / Laboratoire de Phonétique et Phonologie (UMR 7018-CNRS)
19, rue des Bernardins, 75005 Paris
<{madda,cecile.fougeron,cedric.gendrot}@univ-paris3.fr>

Elisabeth Delais-Roussarie
Université Paris-Diderot / Laboratoire de Linguistique Formelle (UMR 7010-CNRS)
Case Postale 7031
5, rue Thomas Mann, F-75205 Paris Cedex 13
<elisabeth.roussarie@wanadoo.fr>

Lori Lamel
LIMSI-CNRS / Groupe « Traitement du langage parlé »
BP 133, 91403 Orsay
<lamel@limsi.fr>

Remerciements. Le travail présenté a été en partie soutenu par le LabEx EFL (Empirical Foundations of Linguistics) et par le projet Oseo Quaero.

Références

- Adda-Decker, M., Boula de Mareüil, P. & Lamel, L. (1999). Pronunciation variants in French: schwa & liaisons. In *Proceedings of the XIVth International Congress of Phonetic Sciences*, 1-7 August, San Francisco, 2239-2242.
- Adda-Decker, M., Gendrot, C. & Nguyen, N. (2008). Contributions du traitement automatique de la parole : l'étude des voyelles orales du français. *TAL-Traitement Automatique des Langues*, 49-3, 13-46.
- Adda-Decker, M. & Snoeren, N.D. (2011). Quantifying temporal speech reduction in French using forced speech alignment. *Journal of Phonetics*, 39-3, 261-270.
- Barras, C., Geoffrois, E., Wu, Z. & al. (2001). Transcriber: development and use of a tool for assisting speech corpora production. *Speech Communication*, 33 (1-2), 5-22.
- Boula de Mareüil, P., Adda-Decker, M. & Gendrot, V. (2003). Liaisons in French: a corpus-based study using morpho-syntactic information. In *ICPhS International Congress of Phonetic Sciences*, Barcelone, 1329-1332.
- Côté, M.H. (2012). French liaison. In van Oostendorp, M., Ewen, C.J., Hume, E. & Rice, K. (eds), *The Blackwell Companion to phonology*, Oxford, Wiley-Blackwell, 2685-2710.
- Delattre, P. (1966). *Studies in French and comparative phonetics*. La Haye, Mouton.
- Durand, J. (2009). On the scope of linguistics: Data, intuitions, corpora. In Kawaguchi, Y., Minegishi, M. & Durand, J. (eds), *Corpus Analysis and Variation in Linguistics*, Amsterdam, Benjamins, 25-52.
- Durand, J. & Lyche, C. (2008). French liaison in the light of corpus data. *Journal of French Language Studies*, 18-1, 33-66.
- Fougeron C., Goldman, J.P., Dart, A. & al. (2001). Influence de facteurs stylistiques, syntaxiques et lexicaux sur la réalisation de la liaison en français. In *8^e Conférence Traitement Automatique des Langues Naturelles*, Tours, 2-5 juillet 2001, <sites.univ-provence.fr/veronis/Atala/TALN/pdf/art15_p173_182.pdf>.
- Gauvain, J.L., Adda, G., Adda-Decker, M. & al. (2005). Where are we in transcribing French broadcast news? In *Interspeech'2005, Proceedings of the 9th European Conference on Speech Communication and Technology*, Lisbon, Portugal, September 4-8, 2005, 1665-1668, <http://www.isca-speech.org/archive/interspeech_2005/i05_1665.html>.
- Gravier, G., Bonastre, J.F, Geoffrois, E. & al. (2004). ESTER, une campagne d'évaluation des systèmes d'indexation automatique d'émissions radiophoniques en français. In *Actes de JEP-TALN 2004*, Fès, <http://lia.univ-avignon.fr/fileadmin/documents/Users/Intranet/fich_art/582-JEP_ester-v2.pdf>.

- Laks, B. & Calderone, B. (à paraître). French liaison and the lexical repository. In Chelata, C. & Calamai, S. (eds), *Advances in sociophonetics*, Amsterdam, Benjamins.
- Lamel, L., Gauvain, J. & Eskenazi, M. (1991). BREF, a Large Vocabulary Spoken Corpus for French. In *Proceedings of the 2d European Conference on Speech Communication and Technology, (EUROSPEECH)*, 24-26 Sept. 1991, Gènes, Italie, 505-508, <www.limsi.fr/~lamel/euro91.pdf>.
- Mallet, G. (2008). *La liaison en français : descriptions et analyses dans le corpus PFC*. PhD dissertation, Université Paris 10 Nanterre. <http://www.projet-pfc.net/bulletins-et-colloques/cat_view/932-theses-et-memoires.html>.
- Selkirk, E. (1972). *The Phrase Phonology of English and French*. MIT PhD dissertation, New York, Garland, 1980.
- Torreira, F., Adda-Decker, M. & Ernestus, M. (2010). The Nijmegen corpus of casual French. *Speech Communication*, 52, 201-212.