

Formes articulatoires et formes phonologiques : le cas de la liaison

THÈSE

présentée et soutenue publiquement le 14 décembre 2011

pour l'obtention du grade de

Docteur de l'Université de Provence – Aix-Marseille 1

(spécialité phonétique)

par

Céline GROSSON

Composition du jury

Rapporteurs : Sophie WAUQUIER, Professeur, Université de Paris 8

Rudolph SOCK, Professeur, Université de Strasbourg

Examineurs : Yann MEYNADIER, Maître de conférences, Université de Provence

Fabrice HIRSCH, Maître de conférences, Université Paul Valéry, Montpellier III

Directeur : Noël NGUYEN, Professeur, Université de Provence

Laboratoire Parole et Langage – CNRS UMR 6057

Ecole Doctorale Cognition, Langage, Education

UFR Lettres, Arts, Communication et Sciences du Langage

Mis en page avec la classe thlpl.

Remerciements

Je tiens à remercier en tout premier lieu mon directeur de thèse, le professeur Noël Nguyen, qui m’a offert l’opportunité, en acceptant de diriger ce travail, de vivre la formidable expérience que fut cette thèse.

Je souhaiterais également remercier le Laboratoire Parole et Langage, dans son intégralité et plus particulièrement l’ensemble de la direction, pour m’avoir permis de travailler dans une structure aussi dévouée à l’égard de ses doctorants.

Je remercie aussi Sophie Wauquier qui fut la première à m’initier aux « joies » de la phonologie durant mon master 2, ainsi que Rudolph Sock, Fabrice Hirsch et Yohann Meynadier d’avoir accepté d’évaluer ce travail.

Je remercie également toute l’équipe technique du Laboratoire Parole et Langage : Alain Ghio et Thierry Legou qui m’ont apporté leur expérience dans le domaine des enregistrements électropalatographiques, Robert Espesser qui m’a aidé dans le choix et la programmation du modèle statistique utilisé dans cette thèse, Cyril Deniaud et Sébastien Brémont pour leur « débogage » informatique, mes locuteurs, qui pour certains d’entre eux ont du porter un palais orthodontique pendant des heures ainsi que toute l’équipe de la documentation.

Enfin, je voudrais remercier tout particulièrement tous ceux sans qui cette thèse n’aurait finalement jamais vu le jour.

Les doctorants Vincent Aubanel, Francesco Cangemi, Céline Delooze, Amandine Michelas, Pauline Peri, Cécile Petitjean et Stéphane Rauzy, le plus doctorant de tous les ingénieurs de recherche et tous les autres de m’avoir non seulement soutenu durant toutes ces années mais aussi d’avoir supporté mes doutes, mes angoisses, mon pessimisme, mes humeurs, etc. Franchement comment ont-ils fait pour ne pas craquer ?

Je ne les remercierais jamais assez pour toute l’aide qu’ils m’ont apportée, pour les moments de rigolage, pour les pauses partagées, pour certaines constructives au niveau de ma recherche et pour d’autres ...

Je voudrais également remercier mes parents pour leur soutien moral et ma mère qui s’est occupée de mon fils, avec tellement d’amour, lorsque je rédigeais. Je souhaiterais aussi remercier ma tante et mon oncle, le premier de la lignée des docteurs de la famille, qui nous a toujours poussé

mon cousin et moi à TERMINER ! quitte à pousser quelques « gueulantes ». Je remercie d'ailleurs mon cousin avec qui j'ai pu partager cette histoire, du début à la fin et qui après avoir enfin fini la sienne (de thèse) a accepté gentiment de se plonger dans la mienne pour la relecture de celle-ci.

Enfin, une spéciale dédicace à tous les : « Tu soutiens quand ? », phrase que j'aurai à cœur de poser *sadiquement* à mon tour à tous mes compatriotes encore dans la galère de la thèse sans que cela ne provoque chez moi de crise d'angoisse !

Pour mon fils, Henri
(pour qu'on m'appelle Docteur aussi . . .)

*Liaison : débat entre penseurs distingués sur un sujet controversé, à propos duquel tous sont
unanimes pour ne pas s'accorder.*

TABLE DES MATIÈRES

Table des figures	xiii
Liste des tableaux	xvii
Introduction	1
1 Problématique	1
2 Méthodologie expérimentale.	4
3 Structure de la thèse	4
1 La liaison : aspects théoriques	5
1 La liaison en français : généralités	5
1.1 Définition	5
1.2 Liaison et enchaînement	6
1.3 Quelques cas particuliers concernant la consonne de liaison nasale	6
1.4 Classification de la liaison selon Delattre	7
1.4.1 Liaison interdite	7
1.4.2 Liaison facultative	8
1.4.3 Liaison obligatoire	10
1.5 La phonologie de corpus et les usages de la liaison aujourd’hui.	11
2 La liaison : phénomène lexicaliste ou phonologique	12
2.1 Les approches lexicalistes	12
2.1.1 Analyse supplétive	13
2.1.2 Les modèles à exemplaires	13
2.1.3 La liaison dans le modèle de Bybee	14
2.2 Les approches phonologiques	16
2.2.1 Approche générative linéaire	16
2.2.2 Approche autosegmentale multi-linéaire.	21

3	La liaison : les apports de la psycholinguistique	29
3.1	La liaison et l'accès au lexique	29
3.2	Surdité phonologique liée à la consonne de liaison	33
4	Propriétés acoustiques des consonnes de liaison	37
4.1	Les consonnes de liaison obstruantes.	37
4.2	Les consonnes de liaison nasales	39
4.3	Les études sans distinction entre classes consonantiques	40
5	Rôle des propriétés acoustiques des consonnes de liaison dans l'accès au lexique	41
6	Problématique	45
6.1	Résumé	45
6.2	Discussion	46
2	Phonologie articulatoire et Principes dynamiques	51
1	Le Geste articulatoire : propriétés	51
2	Geste articulatoire et notion d'oppositions phonologiques	52
3	La dynamique des tâches	53
3.1	Structures coordinatives.	53
3.2	Coarticulation entre gestes articulatoires	55
3.2.1	Partition gestuelle	56
3.2.2	Les différents degrés de couplage entre deux gestes	57
4	Intégration de la liaison en phonologie articulatoire	59
4.1	La consonne de liaison est-elle un phonème?	59
4.2	Représentation de la liaison avec et sans enchaînement en phonologie articulatoire	60
5	Hypothèses	61
5.1	Hypothèse 1 : glissement à gauche	62
5.2	Hypothèse 2 : glissement à droite	64
5.3	Hypothèse 3 : raccourcissement.	64
5.4	Mise à l'épreuve du modèle	65
3	Expérience pilote 1 : caractéristiques articulatoires des consonnes de liaison /z/, /n/ et /t/	67
1	Matériel	67
1.1	Les corpus utilisés	67
1.2	Les différentes positions étudiées	67

1.3	Nombre de syllabes et rang d'apparition de la consonne cible	68
1.4	Neutralisation du contexte phonétique	68
2	Locuteurs	69
3	Méthode utilisée	69
3.1	Procédure	69
3.2	Obtention des données acoustiques et articulatoires	70
4	L'électropalatographie dynamique	70
4.1	Présentation de la technique EPG	70
4.2	Avantages et inconvénients induits par l'EPG	73
5	Analyses acoustiques et articulatoires menées sur les corpus	75
5.1	Items écartés de l'analyse	75
5.2	Étiquetage des items	75
5.2.1	Étiquetage acoustique sous Praat	76
5.2.2	Étiquetage articulatoire sous Matlab	79
6	Résumé de l'étiquetage acoustique et articulatoire	82
7	Analyse de la dynamique articulatoire	83
4	Résultats	87
1	Analyse statistique	87
2	Durée des consonnes cibles	88
2.1	Consonnes /n/ et /z/	89
2.2	Durées acoustiques de la consonne /t/	90
2.2.1	Durée de la consonne	90
2.2.2	Durées d'Occlusion et du Voice Onset Time	91
3	Intervalle temporel I1	92
3.1	Consonnes /n/ et /z/	92
3.2	Consonne /t/	93
4	Intervalle temporel I2	94
4.1	Consonnes /n/ et /z/	94
4.2	Consonne /t/	95
4.3	Résumé et discussion	96
5	Vitesse PV1 de mise en place de la consonne	98
5.1	Consonnes /n/ et /z/	98
5.2	Consonne /t/	100

6	Vitesse PV2 de relâchement de la consonne.	101
6.1	Consonnes /n/ et /z/	101
6.2	Consonne /t/	102
6.3	Résumé et discussion.	103
7	Nombre de contacts	104
7.1	Distribution des données relatives au maximum de contacts	104
7.1.1	Consonne /n/	104
7.1.2	Consonne /z/	105
7.1.3	Consonne /t/	105
7.2	Maximum de contacts	106
7.3	Tenue de l'occlusion	107
7.3.1	Consonne /t/	107
7.3.2	Consonne /n/	110
7.4	Tension alvéolaire	111
7.4.1	Consonne /t/	111
7.4.2	Consonne /n/	112
7.4.3	Consonne /z/	113
7.5	Résumé et discussion.	114
5	Expérience pilote 2 : variations acoustiques associées à la consonne de liaison /r/	115
1	Matériel	115
2	Locuteurs	117
3	Méthode utilisée	117
4	Analyse acoustique	117
4.1	Étiquetage acoustique sous Praat	117
4.2	Paramètres d'étude.	119
5	Résultats	121
5.1	Durée	121
5.2	Intervalles temporels	122
5.2.1	Intervalle temporel 1.	122
5.2.2	Intervalle temporel 2.	123
5.3	Écarts d'intensité.	124
5.4	Résumé et discussion.	126
6	Discussion générale	127

1	Rappel de la problématique	127
2	Principaux résultats	129
2.1	Des structures coordinatives utilisées similaires	129
2.2	... mais qui diffèrent dans leur paramétrage dynamique	130
2.2.1	Couplage dynamique.	130
2.2.2	Degré de constriction	130
2.2.3	Résumé général.	131
3	Un modèle multi-dimensionnel	131
4	Perspectives de recherche	132
4.1	Augmenter le nombre de locuteurs.	132
4.2	Un contrôle plus rigoureux du corpus	133
4.3	Préciser et compléter les paramètres d'étude	133
4.4	Étendre la méthodologie expérimentale à d'autres consonnes.	136
Conclusion		137
Annexes		139
1	Corpus Népal	139
2	Corpus Zébu	141
3	Corpus Téléphone	143
4	Corpus Ralliement	145
Références		147
.		147

TABLE DES FIGURES

1	Décomposition de la structure syllabique	24
2	Partition gestuelle ou « Gestural Score » de l'énoncé $/p^h\text{æm}/$	56
3	Quatre exemples de couplage entre deux gestes	57
4	Représentation de deux segments ayant une dominance différente à un instant t à l'intérieur du conduit vocal	58
5	Hypothèse 1 : glissement à gauche	62
6	Conséquences de l'hypothèse 1 : glissement à gauche	63
7	Hypothèse 2 : raccourcissement	64
8	Palatographe Reading utilisé durant l'expérience	71
9	Diagramme de contrôle informatique montrant en noir les électrodes contactées	71
10	Distribution des électrodes sur le palais	72
11	Un exemple d'étiquetage de la consonne $/n/$ sous Praat : $[\text{œna}]$ de la séquence « dépasse un $[n]$ nageur »	77
12	Un exemple d'étiquetage de la consonne $/z/$ sous Praat : $[\text{ozɛ}]$ de la séquence « beaux $[z]$ zèbres »	78
13	Un exemple d'étiquetage de la consonne $/t/$ sous Praat : $[\text{ãta}]$ de la séquence « enfants $[t]$ taquins »	79
14	EMATools permet d'afficher les courbes du nombre de contacts de la langue avec le palais de l'ensemble des index représentés ci-dessus sachant que TOT = totalité des électrodes, ANT = antérieur, PST = postérieur, ALV = alvéolaire, PAL = palatal et VEL = vélaire	80

15	Marqueurs posés dans l'environnement EMATools sur la consonne cible /z/ appartenant à la séquence [noza] de la phrase : « On a revu nos amis le jour du réveillon »	81
16	Centre articulaire de la voyelle 1	83
17	Plus deux gestes sont couplés de manière étroite, plus leurs centres articulaires associés sont rapprochés dans la durée	84
18	Représentation des paramètres d'étude pour le corpus Népal, - TO pour le corpus Zébu, + DO et DVOT pour le corpus Téléphone	86
19	Comparaison des distributions de la variable « Durée » en fonction de la position et des locuteurs - Consonnes /n/ et /z/	89
20	Durées moyennes des consonnes cibles en fonction des locuteurs et des positions	89
21	Comparaison des distributions de la variable « Durée » en fonction de la position - Consonne /t/	90
22	Comparaison des distributions des variables « Tenue de l'occlusion » et « Durée du VOT » en fonction de la position - Consonne /t/	91
23	Comparaison des distributions de la variable « Durée de l'intervalle I1 » en fonction de la position et des locuteurs - Consonnes /n/ et /z/	92
24	Durées moyennes de l'intervalle I1 en fonction des locuteurs et des positions	92
25	Durées (en ms) de l'intervalle I1	93
26	Comparaison des distributions de la variable « Durée de l'intervalle I2 » en fonction de la position et des locuteurs - Consonnes /n/ et /z/	94
27	Durées moyennes de l'intervalle I2 en fonction des locuteurs et des positions	94
28	Comparaison des distributions de la variable « Durée de l'intervalle I2 » en fonction de la position - Consonne /t/	95
29	Hypothèse quant à l'instant t où apparaît le centre articulaire de la consonne /t/	97
30	Comparaison des distributions de la variable « Pic maximal de vitesse PV1 dans la mise en place de la consonne » en fonction des positions et des locuteurs - Consonnes /n/ et /z/	98

31	Pics de vitesse PV1 moyens (contacts/sec) en fonction des locuteurs et des positions	99
32	Comparaison des distributions de la variable « Pic maximal de vitesse PV1 dans la mise en place de la consonne » en fonction des positions - Consonne /t/	100
33	Comparaison des distributions de la variable « Pic maximal de vitesse PV2 durant le relâchement de la consonne » en fonction des positions et des locuteurs - Consonnes /n/ et /z/	101
34	Pics de vitesse PV2 moyens (contacts/sec) en fonction des locuteurs et des positions	101
35	Comparaison des distributions de la variable « Pic maximal de vitesse PV2 durant le relâchement de la consonne » en fonction de la position - Consonne /t/	102
36	Locuteur IM	104
37	Locuteur YM	104
38	Distribution des valeurs concernant le nombre de contacts alvéolaires, pour chaque locuteur, toutes positions confondues	104
39	Locuteur IM	105
40	Locuteur YM	105
41	Distribution des valeurs concernant le nombre de contacts alvéolaires, pour chaque locuteur, toutes positions confondues	105
42	Distribution des valeurs concernant le nombre de contacts alvéolaires toutes positions confondues	106
43	Maximum de contacts - Locuteur IM - Consonne /n/	106
44	Tenue de l'occlusion (ms) selon la position étudiée - Consonne /t/	107
45	Influence de la présence d'une voyelle nasale <i>V1</i> sur la variable <i>TO</i>	109
46	Tenue de l'occlusion (ms) selon la position étudiée - Consonne /n/	110
47	Patrons d'activation EPG moyens dans la phase médiane de la consonne /n/ (nombre maximal de contacts dans la zone alvéolaire) pour chaque locuteur (en haut : IM, en bas : YM) et pour chaque position étudiée (Attaque et Liaison)	112

48	Patrons d'activation EPG moyens dans la phase médiane de la consonne /z/ (nombre maximal de contacts dans la zone alvéolaire) pour chaque locuteur (en haut : IM, en bas : YM) et pour chaque position étudiée (Attaque et Liaison)	113
49	Variante approximante de la consonne « r » : [e.ɾ] de la séquence « premier homme »	119
50	Variante constrictive voisée de la consonne « r » : [eɾa] de la séquence « léger rabais »	119
51	Variante constrictive sourde de la consonne « r » : [eχa] de la séquence « il aimait raconter »	119
52	Durée (en ms) de la consonne cible en fonction de sa position, pour chaque locuteur	121
53	Intervalle 1 (en ms) de la consonne cible en fonction de sa position pour chaque locuteur	122
54	Intervalle 2 (en ms) de la consonne cible en fonction de sa position pour chaque locuteur	123
55	Écart d'intensité E1 de la consonne cible en fonction de la position de la consonne cible, pour chaque locuteur	124
56	Ecart d'intensité E2 de la consonne cible en fonction de sa position pour chaque locuteur	125
57	Mode de calcul de la tangente relative à la phase de fermeture de la consonne	135
58	Différence entre les paramètres <i>TO</i> (en haut) et <i>TOmax</i> (en bas) aux niveaux acoustique et articulatoire (segment de phrase extrait du corpus Népal)	135

LISTE DES TABLEAUX

1	Contextes qui rendent la prononciation de la consonne de liaison interdite	8
2	Contextes qui rendent la prononciation de la consonne de liaison facultative	9
3	Contextes qui rendent la prononciation de la consonne de liaison obligatoire	10
4	Matrice des traits relative à l'énoncé « vous écriviez »	17
5	Temps de réaction en ms et pourcentage d'omissions dans la tâche de décision lexicale	31
6	Pourcentage de détection des consonnes /t/ et /n/ dans les expériences pilotes	35
7	Temps de réaction en millisecondes et pourcentage d'omissions dans la détection de la consonne cible /t/	36
8	Temps de réaction en millisecondes et pourcentage d'omissions dans la détection de la consonne cible /n/	36
9	Structures coordinatives	54
10	Nombre de syllabes et rang d'apparition de la consonne cible, moyenne (<i>M</i>) et écart-type (<i>s.d.</i>)	68
11	Résumé de l'étiquetage acoustique (tableau 1) et articulatoire (tableau 2)	82
12	Consonne /n/	89
13	Consonne /z/	89
14	Durée moyenne de la consonne cible en fonction de sa position	90
15	Durée moyenne de l'occlusion et du Voice Onset Time pour chaque position	91
16	Consonne /n/	92
17	Consonne /z/	92
18	Durée moyenne (en ms) de l'intervalle I1 pour chaque position	93

19	Consonne /n/	94
20	Consonne /z/	94
21	Durée moyenne (en ms) de l'intervalle I2 pour chaque position	95
22	Résumé de la comparaison des variables D, I1 et I2 et seuil de signifi- cativité où *** correspond à « très significatif », ** à « significatif » et * à « marginalement significatif »	96
23	Consonne /n/	99
24	Consonne /z/	99
25	Pics de vitesse PV1 moyens (contacts/sec) en fonction de chaque position	100
26	Consonne /n/	101
27	Consonne /z/	101
28	Pics de vitesse PV2 moyens (contacts/sec) en fonction de chaque position	102
29	Résumé de la comparaison des variables PV1 et PV2 et seuil de signifi- cativité où *** correspond à « très significatif », ** à « significatif » et * à « marginalement significatif »	103
30	Moyennes des vitesses de mise en place et de relâchement (contacts/seconde) toutes positions et tous locuteurs confondus - Consonnes /n/, /z/ et /t/ .	103
31	Moyenne de la tenue de l'occlusion (ms) selon la position étudiée - Consonne /t/	107
32	Moyenne de la tenue de l'occlusion (ms) selon le locuteur et la position étudiée - Consonne /n/	111
33	Tendances issues de la comparaison des variables <i>MC</i> , <i>TO</i> et <i>TA</i> - Locu- teur IM	114
34	Nombre de syllabes et rang d'apparition de la consonne cible, moyennes (<i>M</i>)et écarts-type (s.d.), corpus Ralliement	116
35	Variantes de « r » en français et caractéristiques spectrales et acoustiques associées	118
36	Moyenne (en ms) de la durée de la consonne cible en fonction de sa posi- tion, pour chaque locuteur - Consonne /r/	121
37	Moyenne (en ms) des intervalles 1 en fonction de la position de la consonne cible, pour chaque locuteur	123

38	Moyenne (en ms) des intervalles 2 en fonction de la position de la consonne cible, pour chaque locuteur	124
39	Moyenne (en Hz) des écarts E1 en fonction de la position des consonnes cibles, pour chaque locuteur	125
40	Moyenne (en Hz) des écarts E2 des consonnes cibles	126
41	Résumé de la comparaison des variables D, I1, I2, E1 et E2 et seuil de significativité où *** correspond à « très significatif », ** à « significatif » et * à « marginalement significatif »	126
42	Description des phonèmes /n/, /z/, /t/ et /r/ en phonologie articulatoire	129

1 Problématique

La liaison, linguistiquement parlant, soulève sans nul doute un réservoir inépuisable de questions dans des domaines aussi divers que l'acquisition où elle est étudiée comme une porte d'entrée que l'on ouvrirait et qui offrirait, via les erreurs de production, un regard direct sur l'émergence des représentations lexicales chez l'enfant.

Elle occupe également une grande place en psycholinguistique. Déplaçant les frontières entre les mots lors de la resyllabation, elle a entraîné une multitude de travaux sur la segmentation de la parole continue.

Elle est aussi au centre d'un vaste projet de phonologie de corpus : le projet PFC qui a donné lieu à de nombreuses études sur les usages attestés de la liaison et de sa variation au sein de l'espace francophone.

Et enfin en phonologie, notre centre d'intérêt dans ce travail. À l'heure actuelle, on peut synthétiser la diversité des approches phonologiques en opposant deux grandes tendances qui s'affrontent quant au traitement de la liaison et qui se distinguent principalement par leur degré d'abstraction des représentations lexicales : l'approche lexicale et l'approche abstractionniste.

L'approche lexicale, d'une part, a trouvé du renouveau dans le modèle à exemplaires proposé par Bybee (2001) qui présuppose, d'une façon générale, que l'auditeur mémorise chaque mot ou séquences de mots de manière concrète et détaillée. La fréquence d'utilisation est centrale dans son approche et postule que plus un item est employé fréquemment plus il a de chance d'être conservé dans le lexique mental.

En s'appuyant sur ces différentes remarques, Bybee propose une solution pour le traitement de la liaison : les contextes lexicaux ou grammaticaux où la liaison apparaît souvent sont stockés et traités dans le lexique de manière globale comme une entité unique.

L'approche abstractionniste, d'autre part, propose l'existence d'une forme phonologique sous-jacente associée à chaque mot. Cette représentation phonologique est indépendante des variabilités qui peuvent exister dans la parole continue et repose sur l'observation que les mécanismes de traitement de la parole semblent très résistants aux variabilités inter- ou intra- individuelles.

Selon la théorie développée en phonologie autosegmentale et notamment le modèle proposé par Encrevé (1988), la liaison est généralement enchaînée, c'est-à-dire resyllabée à l'attaque du mot suivant. Dans ce modèle la consonne latente se présente comme un segment doublement flottant sans position préétablie dans la tire squelettale ni dans la tire syllabique (Encrevé, 1988). 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.

Nous verrons cependant que ces deux modèles présentent des insuffisances pour résoudre certains problèmes soulevés par les travaux menés en psycholinguistique qui semblent indiquer des contradictions avec les prescrites théoriques telles qu'elles ont été formulées dans les modèles dans lesquels la liaison a été intégrée de manière explicite.

En effet, depuis l'avènement de la phonologie structuraliste, phonétique et phonologie sont souvent considérées comme deux disciplines scientifiques séparées, qui traitent éventuellement d'un même objet, les sons des langues, mais selon un point de vue et avec des méthodes profondément différents. Les termes « phonétique » et « phonologie » renvoient donc à deux modules distincts de la fonction de langage.

Dans l'acte de parole, les post-généralistes considèrent généralement que le composant phonétique a pour fonction d'implémenter les représentations fournies par le composant phonologique. Cette exécution est vue comme une opération flexible mais automatique : une valeur donnée pour un trait phonologique peut être réalisée phonétiquement de différentes façons suite à l'action de plusieurs contraintes physiques (aérodynamiques, articulatoires, acoustiques), mais ces contraintes suffisent à prédire l'entière de la variabilité. La production d'un message parlé fait ainsi intervenir deux modules clairement séparés, le module phonologique et le module phonétique. Le module phonologique a pour

objectif de construire une représentation phonologique abstraite du message à produire. Cette représentation est alors transmise au module phonétique qui la convertit en une séquence de mouvements articulatoires continus. Ce modèle est de type modulaire, sériel et unidirectionnel.

Or nous pensons qu'une séparation totale des domaines de la phonétique et de la phonologie est une position peu souhaitable pour rendre compte du phénomène de resyllabation associé à la liaison.

C'est pourquoi nous proposons dans cette thèse, 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. Proposé par Browman et Goldstein, pour la première fois en 1986, ce modèle présente l'avantage d'une organisation directe entre phonologie et phonétique en utilisant 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. Un des concepts central 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.

Durant ce travail, nous nous baserons sur l'hypothèse que la phonologie affecte les réalisations phonétiques. Browman et Goldstein proposent une vision alternative, où la phonologie et la phonétique sont considérées respectivement comme la macro-structure et la microstructure d'un système biologique complexe qui subissent des influences mutuelles. Ainsi la phonologie en tant que système d'unités contrastives informe la phonétique, en ce sens que les relations paradigmatiques qu'entretiennent les unités du système agissent sur la façon dont elles sont réalisées phonétiquement.

Nous faisons l'hypothèse dans cette thèse que la consonne de liaison, resyllabée à l'attaque du mot qui suit, conserve son statut spécifique, celui de consonne flottante, qui se retrouve au niveau phonétique. Comparée à une consonne d'attaque, la consonne de liaison serait ainsi soumise à une réorganisation de nature graduelle, dynamique et temporelle.

2 Méthodologie expérimentale

L'analyse effectuée dans cette thèse, essentiellement descriptive, va se fonder sur la comparaison systématique, entre consonne d'attaque et consonne de liaison, en utilisant des paramètres tels que des mesures de durées sur la consonne elle-même mais également dans les relations qu'elle entretient avec les voyelles attenantes grâce à des paramètres d'étude innovants tels que le nombre de contacts entre la langue et le palais ou encore la vitesse de variation des contacts linguo-palataux.

Ces données, recueillies grâce à la méthode dite d'ElectroPalatoGraphie, nous permettront de déterminer si des différences articulatoires sont observables entre consonnes de liaison et consonnes fixes placées dans des contextes phonétiquement identiques.

3 Structure de la thèse

Dans un premier chapitre, nous développerons les différents modèles phonologiques existants qui rendent compte de façon explicite du statut particulier qu'adopte la consonne de liaison.

Puis, nous exposerons les travaux sur la liaison menés dans le cadre de la psycholinguistique. Nous montrerons comment les différentes études menées en perception de la parole sont venues remettre en cause les propositions concernant le rôle de la syllabe dans l'accès au lexique et comment ils ont apporté la preuve d'un décalage existant entre les présuppositions théoriques formulées sur la liaison et l'expérience réelle qu'en ont les locuteurs.

Dans un second chapitre, nous présenterons la phonologie articulatoire et la façon dont elle pourrait rendre compte des stratégies de resyllabation associées à la liaison.

Dans les chapitres 3,4 et 5, nous présenterons la façon dont nous avons mené nos investigations et les résultats s'y rapportant.

Enfin dans un dernier chapitre, nous discuterons des résultats obtenus.

LA LIAISON : ASPECTS THÉORIQUES

1 La liaison en français : généralités

1.1 Définition

La liaison, en français, consiste à prononcer une consonne, normalement muette, devant un mot commençant par une voyelle [1], certains « h » muets [2] ou encore certaines liquides [3] (Boula De Mareuil, Adda-Decker, & Gendner, 2003).

Ce phénomène emploie le schéma général suivant :

$$V_{Mot1}(\text{Consonne de liaison}) \# V_{Mot2}$$

Exemples :

[1] « petit ami » : « petit » [pəti] + « ami » [ami] → [pətitami]

[2] « des habitants » : « des » [de] + « habitants » [abitā] → [dezabitā]

[3] « des yeux » : « des » [de] + « yeux » [jø] → [dezjø]

Toutes les consonnes du français ne peuvent entrer en liaison. Seules quelques consonnes sont susceptibles de se lier à la voyelle qui suit. Ces consonnes sont, par fréquence d'apparition, /z/, /t/, /n/ et /r/ (Boula De Mareuil et al., 2003). Il faut rajouter à cette liste les consonnes /p/ et /g/ dont l'emploi est circonscrit aux seuls mots « trop, beaucoup, long et sang ». Concernant ce dernier, le seul exemple de liaison recensé est celui qui apparaît dans la *Marseillaise* dans le vers « Qu'un sang impur . . . Abreuve nos sillons ! » et que l'on prononce dans la version originale [sākpyr].

1.2 Liaison et enchaînement

La consonne de liaison ne doit pas être confondue avec la consonne d’enchâînement¹ bien que la plupart du temps la consonne de liaison se comporte comme cette dernière en étant enchaînée, c’est-à-dire réalisée à l’attaque du mot suivant. Il a cependant été démontré que dans certains cas, et notamment dans les discours de politiciens, elle pouvait être réalisée sans enchaînement (Encrevé, 1988 ; Encrevé & Scheer, 2005). L’exemple qui suit (correspondant à la phrase « j’avais un rêve ») présente un cas de liaison facultative (nous reviendrons sur ce terme dans la section qui suit) réalisée ou non réalisée selon les trois schémas possibles (réalisation avec enchaînement [1], sans enchaînement [2] et non réalisation [3]) :

[1] [javezœRɛv]

[2] [javez#œRɛv]

[3] [jave#œ# Rɛv]

1.3 Quelques cas particuliers concernant la consonne de liaison nasale

Lorsque la finale d’un mot est une voyelle nasale (-an, -en, -in, -ein, -un, -on, etc.), cette dernière se dénasalise à quelques exceptions près (cf. paragraphe ci-dessous) et le phonème /n/ se fait de nouveau entendre.

« bon repas » → [bõvɛpa] mais « bon appétit » → [bõnapeti]

Certains mots, au contraire, ne subissent pas ce phénomène de dénasalisation. C’est le cas de « aucun, bien, en, on, rien, un » et, selon les locuteurs, « non » ainsi que les possessifs « mon, ton, son ». Une consonne de type épenthétique est alors insérée entre les deux items.

« mon petit » → [mõpəti] mais « mon enfant » → [mõnãfã]

1. L’enchâînement correspond à la resyllabation de la consonne finale d’un mot (qui contrairement à la consonne de liaison est toujours prononcée quel que soit son contexte d’apparition) avec la voyelle initiale d’un mot suivant (Fougeron & Delais-Roussarie, 2004).

1.4 Classification de la liaison selon Delattre

Communément, depuis la classification proposée par Delattre (1947), les liaisons sont classées en trois catégories : interdite, facultative et obligatoire.

Nous verrons dans les sections suivantes que malgré le fait que la classification de Delattre fasse toujours autorité, elle a cependant évolué, notamment grâce à la phonologie de corpus.

1.4.1 Liaison interdite

Nom singulier +	Adjectif	une nation unie, un soldat espagnol
	Verbe	le camion arrive, son projet avance
	Invariable	un lit assez large, j'ai un mot à dire
Pronom (non personnel) se terminant par une nasale +	Préposition	chacun y va
	Verbe	le mien est bon, l'un a fini
Et +	Pronom personnel	lui et elle, et ils y perdent
	Préposition	et en plus
Adverbe interrogatif	Verbe	comment a-t-il fait, quand es-tu arrivé
	Préposition	combien en as-tu
Conjonction polysyllabique +	Pronom personnel	alors on entra, néanmoins elle resta
	Nom propre	pourtant Alice
Nom propre +	Verbe	Louis appelle, Lyon est loin

Pronom personnel post-posé se terminant par une nasale et/ou à la 3 ^{ème} personne	a-t-on un livre, ont-ils un livre, donnez-en aux enfants, amusons-les un peu
Certains pluriels de noms composés	des fers à repasser, des arcs-en-ciel, des machines à coudre

TABLE 1 – Contextes qui rendent la prononciation de la consonne de liaison interdite

Les liaisons interdites, comme leur nom l'indique, ne sont pas admises en français parlé. De ce fait, elles ne sont jamais réalisées.

« des héros » → *[dezero]

Un récapitulatif non exhaustif des contextes qui rendent la prononciation de la consonne de liaison interdite est fourni dans la table 1 page 8.

1.4.2 Liaison facultative

D'une manière générale, les liaisons facultatives (voir table 2 page 9) sont réalisées selon le style de parole employé par le locuteur. On peut affirmer que plus le style de conversation est soutenu² plus la liaison est réalisée (Delattre, 1966, p : 40).

La réalisation des consonnes de liaison facultatives dépend également de facteurs extralinguistiques tels que l'âge, l'origine géographique, le niveau d'éducation ou encore le niveau socio-économique du locuteur.

Leur apparition est également régie par des contraintes lexicales. Ainsi, selon que la liaison facultative est réalisée ou non, l'énoncé « un savant anglais » n'aura pas le même sens. Dans le premier cas (liaison facultative réalisée [savātāgle]), l'adjectif épithète du groupe nominal sera « savant » ; dans le deuxième cas (liaison facultative non-réalisée [savāāgle]), l'adjectif épithète sera le mot « anglais », dirigeant le focus de l'énoncé vers le substantif « savant ».

2. Delattre (1966) distingue 4 niveaux : conversation familière, conversation soignée, conférence et récitation de vers.

Nom pluriel +	Adjectif	les Nations Unies
	Verbe	les trains ont du retard
	Invariable	des lits assez larges
Pronom (non personnel) +	Verbe	toutes auront peur
	Pronom personnel	ce dont elle parle
	Invariable	eux aussi
Pronom personnel post-posé +	Déterminant	avons-nous un livre
	Préposition	qu'avons-nous à faire, sommes-nous en retard
	Verbe	aviez-vous essayé
Verbe +	Adjectif	je suis aimable, ils sont heureux
	Préposition	il est à l'hôtel, c'était en 1850, j'étais en retard
	Déterminant	il fait un pas, il prend un livre
	Participe passé	tu es invité
	Adverbe	s'il vivait encore, vous seriez assez bien
	Verbe	il faut écouter, ils le font écrire
Adjectif pluriel +	Invariable	bons ou mauvais
Préposition polysyllabique +	Déterminant	depuis un an, pendant une semaine
	Verbe	après avoir vu
Adverbe polysyllabique +	Adjectif	souvent absent, tellement occupé
	Préposition	jamais à l'heure, toujours en retard

TABLE 2 – Contextes qui rendent la prononciation de la consonne de liaison facultative

1.4.3 Liaison obligatoire

Déterminant +	Nom	un ami
	Pronom	les uns
	Adjectif	les anciens camarades
Adjectif +	Nom	petit ami, certain âge
Pronom personnel +	Verbe	vous êtes, ils arrivent
	Pronom personnel + Verbe	elles en ont
Verbe +	Pronom personnel	est-il, comprend-on
	Pronom personnel + pronom personnel	allons-nous en, préparez-vous y
Préposition monosyllabique +	Pronom	dans un car
	Nom	sans argent
	Préposition	dès à présent
	Participe présent	en entrant
Déterminant +	Nom	un ami
	Pronom	les uns
	Adjectif	les anciens camarades
Adverbe monosyllabique +	Adjectif	très utile, trop aimable
	Proposition	rien à faire
	Pronom	quand on reviendra

TABLE 3 – Contextes qui rendent la prononciation de la consonne de liaison obligatoire

Dans la présente thèse, nous nous intéresserons aux seuls cas des liaisons dites obligatoires. La phase expérimentale de notre thèse étant en effet axée sur la production d'un corpus, nous ne souhaitons pas que la production des liaisons soit influencée par des facteurs extérieurs (voir sous-section 1.4.2) sur lesquels nous n'avions pas de maîtrise.

Les liaisons obligatoires sont celles toujours réalisées et enchaînées, c'est-à-dire resyllabifiées à l'attaque du mot suivant, quel que soit le niveau socio-culturel du locuteur. Un récapitulatif non exhaustif des contextes qui rendent la prononciation de la consonne de liaison obligatoire est fourni dans la table 3 page 10.

Comme on peut le remarquer, la liaison obligatoire se fait toujours entre des mots clittiques et des mots non clittiques (en général un nom, un verbe ou un adjectif en français) à l'intérieur d'un même mot prosodique, ce qui souligne le lien étroit qui les unit.

Il faut ajouter à ce tableau les expressions figées que Delattre (1947) nomme « liaisons spéciales » et classe dans les exceptions. Ces liaisons, en effet, suivent une logique qui leur est propre et ne font pas apparaître de schèmes récurrents susceptibles d'engendrer une généralisation comme c'était le cas précédemment. Nous pourrions citer par exemple les expressions figées du type « il était une fois, pas à pas, pot aux roses, etc. ».

1.5 La phonologie de corpus et les usages de la liaison aujourd'hui

En se basant sur les usages réels des locuteurs francophones, les études de corpus viennent aujourd'hui affiner cette classification en étudiant l'influence de divers paramètres linguistiques sur la réalisation ou non des liaisons.

Dès 1988, Encrevé revoit la classification de Delattre et range les adverbes et prépositions monosyllabiques dans les liaisons facultatives.

L'étude de Boula De Mareuil et al. (2003) basée sur l'analyse du corpus BREF (Larnel, Gauvain, & Eskenazi, 1991) (corpus se composant de 66500 phrases extraites du Monde et lues par 120 locuteurs pour un total de 100 heures de parole) propose un classement différent de celui proposé par Delattre en ajoutant par exemple les pronoms clittiques suivis d'un pronom personnel dans la liste des liaisons obligatoires (exemple : « ce dont on parle »).

Le projet Phonologie du Français Contemporain (PFC), codirigé par Jacques Durand (ERSS, Université de Toulouse-Le Mirail), Bernard Laks (MoDyCo, Université de Paris

X) et Chantal Lyche (Universités d'Oslo et de Tromsø) est un projet qui vise à décrire la prononciation du français contemporain dans toute sa diversité, qu'elle soit géographique, sociale ou stylistique, et ce dans l'ensemble des pays francophones. Ce projet qui se fonde sur une méthodologie rigoureuse et uniforme pour l'ensemble des pays concernés offrira à terme « *la plus grosse base de données orales portant sur le français et l'une des plus grosses bases toutes langues confondues* » (Durand, Laks, & Lyche, 2002, 2005).

L'intérêt que présente ce projet dans notre travail de thèse est circonscrit au fait qu'il est en partie axé sur la description de la liaison. Durand et Lyche (2008), se basant sur les premières analyses émanant des études de corpus sur les usages observés, montrent que les données issues de PFC concordent systématiquement avec les observations de Delattre en ce qui concerne les liaisons interdites mais viennent cependant discuter de plusieurs points concernant la description des contextes qui rendent la liaison obligatoire.

Dans leur corpus, plusieurs occurrences viennent contredire le fait qu'une préposition monosyllabique entraîne systématiquement une liaison comme dans l'exemple « chez un patron », prononcé sans liaison.

Leurs données contestent également la classification proposée par Delattre pour les adjectifs pronominaux et la construction impersonnelle « c'est ».

2 La liaison : phénomène lexicaliste ou phonologique

2.1 Les approches lexicalistes

En opposition avec les modèles phonologiques, qu'ils soient linéaires ou multilinéaires (voir section 2.2 page 16), se développe depuis une dizaine d'années une conception lexicaliste de la liaison associant ses contextes de réalisation aux contextes d'occurrences des mots susceptibles de voir se réaliser une liaison sur leurs frontières. Se basant sur une approche lexicale, ils postulent l'existence d'entrée multiples pour un même mot. On distingue deux grands courants : l'analyse supplétive et les modèles à exemplaires.

2.1.1 Analyse supplétive

L'analyse supplétive (klausenburger, 1984 ; Long, 1978) présuppose la présence de plusieurs allomorphes pour un même item lexical.

Les mots présentant une consonne latente sont donc associés dans le lexique à deux allomorphes distincts. Les mots comme « petit » possèdent ainsi deux entrées lexicales : une forme dite « brève », /pəti/, sans consonne de liaison et qui s'utilise dans les contextes de non-réalisation de la liaison, et une forme dite longue, avec consonne de liaison, /pətit/ utilisée dans les contextes de liaison. Dans cette théorie, la consonne apparaissant à la jonction du mot 1 et du mot 2 est ainsi le résultat de l'insertion d'un segment qui permet la resyllabation avec le mot 2.

2.1.2 Les modèles à exemplaires

Certains auteurs ont proposé des modèles dans lesquels les entrées lexicales seraient représentées comme autant de patterns acoustiques différents, concrets et détaillés, sous la forme d'une liste d'exemplaires ou de prototypes (Goldinger, 1996 ; Johnson, 1997 ; Klatt, 1979 ; Pisoni, 1997) et plus récemment Bybee (2001) qui propose une solution théorique adaptée à ce type de modèle pour rendre compte de la liaison.

Nguyen (2005) explique que lors de la reconnaissance d'un mot, les propriétés acoustiques de celui-ci sont comparées à chacun des exemplaires, et l'exemplaire est activé proportionnellement à son degré de similarité avec le mot d'entrée. Nguyen (2005) précise également que « La somme des activations pour tous les exemplaires associés à la même unité lexicale permet à l'auditeur de savoir si le mot entendu doit être ou non considéré comme appartenant à la catégorie lexicale activée ». Il y a donc analogie entre le signal d'entrée et les exemplaires stockés dans le lexique.

Cette approche résoudrait les problèmes liés à la variabilité tant inter- que intra-individuelle, certes de manière simple, mais surtout de manière efficace puisqu'elle permettrait de supprimer le recours ou presque aux formes phonologiques sous-jacentes. Le traitement de n'importe quel item serait alors comme « automatisé ». Cette théorie s'appuie sur l'hypothèse d'une très grande capacité cérébrale de traitement où chaque représentation de surface présentée à un locuteur serait stockée en mémoire et comparée, d'un point de vue

acoustique, à chacun des exemplaires déjà présents.

De récentes expériences sont venues confirmer la possibilité d'un tel modèle en présentant plusieurs arguments empiriques comme par exemple le fait que l'auditeur serait sensible, dans certains cas, à la structure détaillée du signal acoustique dans la compréhension de la parole (Nguyen, 2001 ; Hawkins & Nguyen, 2003).

Les modèles à exemplaires, malgré leurs succès, souffrent de différentes contradictions et laissent plusieurs questions majeures en suspens.

Ainsi, les mécanismes permettant aux propriétés acoustiques détaillées d'exercer une influence dans l'accès au lexique restent à élucider. En outre, l'hypothèse selon laquelle chaque mot est associé à une liste d'exemplaires qui s'allonge au fil du temps devrait paradoxalement rendre le système insensible à de petits détails dans la forme sonore du mot d'entrée.

Malgré ces différentes critiques, les modèles à exemplaires fournissent une explication intéressante quant au traitement de la liaison.

2.1.3 La liaison dans le modèle de Bybee

L'approche exemplariste permettrait ainsi de résoudre les difficultés rencontrées face à la liaison. Dans un article de 2005 paru dans la revue « *Langage* » (Bybee, 2005), Bybee défend la théorie selon laquelle la liaison est plus couramment utilisée et mémorisée dans les suites de mots ayant une fréquence d'usage importante. Les groupes de mots sont alors unis par ce qu'elle appelle « cohésion syntaxique ». La cohésion syntaxique de deux mots ou suite de mots est déterminée par la fréquence de co-occurrence de ces derniers. Ainsi, plus deux items apparaissent souvent au sein d'une même construction (fréquence élevée de co-occurrence), plus leur cohésion syntaxique est grande et plus il est probable que la liaison soit conservée et apparaisse souvent. Elle définit elle-même le concept de « cohésion syntaxique » par « le facteur qui détermine la force et l'association entre le premier et le second éléments d'une séquence. Cette connexion est renforcée par un usage fréquent. » (Bybee, 2005, p : 34).

Ces éléments qui composent une séquence peuvent être soit de nature lexicale soit de

nature grammaticale.

Dans le premier cas, les items employés sont des mots isolés qui par association forment des constructions fonctionnant comme un tout. C'est le cas notamment des formes figées telles que « c'est-à-dire » → [setadir]. Les mots ne sont plus traités de manière séparée mais comme une entité unique de stockage et de traitement. L'existence d'une consonne de liaison à l'intérieur d'une paire de mots mémorisée comme « petit ami » est due à la représentation de cette paire dans le lexique. Chaque mot possède ainsi une entrée lexicale qui lui est spécifique mais aussi une représentation où lui sont associés un ou plusieurs binômes qui apparaissent fréquemment avec lui et avec lesquels il forme une construction traitée de manière globale.

Les constructions de type grammatical sont, elles, obtenues par projection des exemplaires ou séquences de mots appartenant à une même catégorie grammaticale en une seule représentation qui est alors traitée de la même manière que l'étaient les mots isolés. Chacun des éléments qui composent une construction appartient à une classe plus ou moins ouverte. Bybee classe ainsi les constructions où la liaison apparaît sur un continuum borné à l'une des extrémités par les constructions ne possédant aucun emplacement ouvert comme les expressions figées présentées dans la section 1.4.3 page 10 et à l'autre extrémité par des constructions comportant du matériel grammatical plus ouvert du type [NOM - z - [voyelle] - ADJ]_{pluriel}. Au centre, se trouvent des constructions comprenant, par exemple, un emplacement fermé et un emplacement plus ouvert tel que [EN -n- [voyelle] - NOM]. Dans les exemples ci-dessus, les emplacements sont catégorisés en terme de traits syntaxiques (ex : NOM, ADJ, etc.) mais ils peuvent également l'être en terme de traits sémantiques (ex : verbe de mouvement, etc.). Cette dernière catégorisation est intéressante dans le sens où les items qui vont ensemble sur le plan sémantique tendent à apparaître ensemble dans le discours (Bybee, 2001) et présentent donc une forte cohésion syntaxique.

Dans chacun des cas, les constructions (lexicales ou grammaticales) sont obtenues par des mécanismes de généralisation qui reposent sur l'automatisation par répétition de « tronçons » (Bybee, 2005, p : 26), c'est-à-dire des formes lexicales ou grammaticales récurrentes, de matériau linguistique et par la catégorisation des items qui apparaissent

souvent dans certaines positions de ces « tronçons » plus grands. Cette dernière affirmation permettrait de fournir une explication au phénomène de surgénéralisation observable dans les formes du type « quatre enfants » prononcé [katrəzãfã].

2.2 Les approches phonologiques

2.2.1 Approche générative linéaire

Dans le modèle génératif standard, les représentations phonologiques d'un énoncé sont composées d'une suite de segments, de morphèmes (notés comme [+seg]) et de marques de frontières ([-seg]) qui permettent de séparer les différents modules segmentaux qui constituent le message. Les frontières peuvent être de deux types : frontières lexicales (#) qui se décomposent en deux sous-catégories : frontières lexicales faibles et frontières lexicales fortes (nous y reviendrons dans la section suivante) ; et les frontières de morphèmes (+).

Les segments, quant à eux, sont représentés grâce à une matrice de traits pertinents à caractère universel dans le sens où ils peuvent être utilisés pour décrire n'importe quelle langue du monde. Dans son ouvrage, Dell (1973) utilise une liste de 13 traits (voir plus bas) qui lui semblent les plus pertinents pour décrire le français. Cependant, d'autres existent. Chomsky et Halle (1968), se basant sur le système de traits développé à l'origine par Jakobson, Fant et Halle (Jakobson & Halle, 1952) dans une perspective théorique différente de celle proposée ici, ont proposé dans le *Sound Pattern of English* (SPE) un système d'une trentaine de traits environ. Mais la liste est loin d'être exhaustive et plus la phonologie de langues diverses sera connue, plus elle sera complétée et affinée afin de mieux rendre compte de la diversité des possibilités articulatoires disponibles à des fins linguistiques.

Chaque phonème est ainsi décomposable en une suite de traits qui réfèrent aux caractéristiques articulatoires et acoustiques du segment en question. Prenons l'exemple de l'occlusive bilabiale /b/ en français. Dans le système génératif, elle est décrite selon les traits : + consonne, + occlusive, + voisé, -syllabique, etc. et sera opposée au phonème /p/ par le seul trait de voisement. Chaque trait présente ainsi une propriété P spécifique qui ne peut prendre que deux valeurs distinctes (+P) ou (-P) et qui permettent

à elles-seules d'opposer deux unités. Par leur caractère binaire, ces traits offrent donc la possibilité d'opposer deux unités distinctives comme les mots « pas » et « bas ». A nouveau, on retrouve l'idée de simplification puisque l'infinité des productions possibles est ramenée à un alphabet fini de symboles phonétiques. De ce fait, le français peut être réduit à un système d'une trentaine de phonèmes environ. Dans les matrices, chaque segment phonologique d'un énoncé est donc représenté par une colonne où apparaissent les valeurs + ou - qui spécifient les valeurs de chaque trait. Voici par exemple la représentation phonologique de la phrase « vous écriviez » (Dell, 1973).

Traits		/v	u	z		e	k	r	i	v		i		e	z/	
Son		-	+	-		+	-	+	+	-		+		+	-	
Syll		-	+	-		+	-	-	+	-		+		+	-	
Cons		+	-	+		-	+	+	-	+		-		-	+	
Cont		+	+	+		+	-	+	+	+		+		+	+	
Nas		-	-	-		-	-	-	-	-		-		-	-	
Haut	##	-	+	-	#	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-	##
Bas		-	-	-		-	-	-	-	-		-		-	-	
Arr		-	+	-		-	-	-	-	-		-		-	-	
Rond		+	-	+		-	-	-	-	+		-		-	+	
Ant		-	-	+		-	-	-	-	-		-		-	+	
Cor		+	+	+		+	-	+	+	+		+		+	+	
Voix		+	+	+		+	-	+	+	+		+		+	+	
Rel. ret.		+	+	+		+	-	+	+	+		+		+	+	

TABLE 4 – Matrice des traits relative à l'énoncé « vous écriviez »

C'est à cette représentation phonologique que vont s'appliquer, dans un ordre précis et défini, les règles de dérivation décrites plus haut. Les transformations ainsi effectuées permettront à la forme sous-jacente de départ de déboucher sur la forme phonétique de surface, c'est-à-dire l'énoncé tel qu'il est réellement prononcé. Dans l'exemple précédent, on passe de la représentation phonologique

/##vuz#ekriv+i+ez##/ à la forme phonétique [vuzekrivje] en lui appliquant un certain nombre de règles phonologiques telle que la transformation subie par le phonème /i/ en

phonème /j/ selon le schéma suivant :

$$\begin{bmatrix} +\text{son} \\ +\text{haut} \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} -\text{syll} \end{bmatrix} / _ \begin{bmatrix} +\text{syll} \end{bmatrix}$$

Comme nous l'avons vu plus haut, les règles de transformation s'appliquent à un énoncé de manière successive et cyclique et ce dans un ordre donné et défini où chaque règle prend en entrée la sortie issue de la règle précédemment appliquée. Ce principe s'est imposé suite à l'opposition avec un autre mode d'application qui préconisait une application simultanée des règles de dérivation.

La liaison dans le modèle génératif et la règle de troncation. —

La liaison, dans l'approche générative, est également soumise à des règles de dérivation comme c'est le cas pour nombre de phénomènes phonologiques. Pour les générativistes, la liaison est effectuée lorsqu'elle répond aux deux conditions suivantes : 1) une condition syntaxique, qui spécifie que la liaison n'est réalisée que si les deux mots entretiennent un rapport syntaxique suffisamment étroit et 2) une condition phonologique, qui stipule que le mot à consonne latente doit être suivi d'un mot commençant par une voyelle pour voir la liaison se réaliser. Chaque condition est nécessaire mais pas suffisante. Pour que la liaison soit réalisée, les deux conditions doivent être remplies de manière simultanée. Pour mettre en évidence ce fait, Dell introduit une notion qui fait intervenir deux types de frontières : les frontières « faibles » (#), qui indiquent que la structure syntaxique à laquelle appartiennent les deux mots permet la liaison, et les frontières « fortes » (##), qui l'interdisent. Par exemple, nous pourrions écrire : /un petit#ami/ mais aussi /des petits#téléphones/ car le symbole # signifie simplement que les mots en question appartiennent à une structure syntaxique qui autorise la liaison mais pas forcément qu'elle y est effectivement réalisée. Pour cela, il faut que la condition phonologique soit également remplie. En conclusion, seul le premier exemple cité ci-dessus verra apparaître une consonne de liaison dans sa forme phonétique. Il faut également ajouter à cela que les règles gouvernant l'apparition de la consonne de liaison ne sont pas les mêmes selon le style de parole employé par le locuteur. Les conditions énoncées ci-dessus, qui constituent

les règles concernant la liaison, permettent ainsi de prédire que la consonne latente d'un mot ne sera jamais réalisée lorsque celui-ci sera suivi d'un mot commençant par une consonne ou placée en fin de phrase.

Dans cette approche générative, les mots susceptibles d'entrer en liaison sont stockés sous leur forme « pleine » ou « longue », c'est-à-dire avec la consonne latente déjà inscrite dans les représentations phonologiques sous-jacentes du sujet. Ainsi le mot « petit » est stocké non pas sous sa forme minimale mais sous sa forme la plus longue /pətit/ dans le lexique mental. Lorsque que le contexte ne permet pas la réalisation de la liaison, la consonne latente tombe et est effacée au profit de la forme courte. Un même mot possède donc deux prononciations dont l'une se déduit de l'autre en retranchant la consonne finale.

Ce fait n'est pas sans rappeler la règle de troncation proposée quelques années auparavant en 1965 par Schane (Schane, 1965) qui se présentait sous la forme qui suit :

$$\left[\begin{array}{c} +\text{cons} \\ -\text{voc} \end{array} \right] \rightarrow / _ \# \left[+\text{cons} \right]$$

Cette règle signifie que les consonnes de liaison sont prononcées lorsqu'elles ne sont pas effacées dans les contextes de non-liaison, c'est-à-dire que cette règle, au lieu de traiter du phénomène de liaison traite plutôt du phénomène de non-liaison. De plus, cette règle pose le problème d'être systématique. En effet, selon le modèle SPE, elle s'applique à chaque fois que ce contexte-ci apparaît. Or comme nous l'avons vu dans la première section, certaines liaisons sont facultatives, d'autres encore sont interdites. Ceci signifie que la règle de Schane ainsi que celle présentée par Dell (puisque qu'équivalentes) engendrent des séquences, des représentations de surface, qui ne sont pas attestées dans certains contextes particuliers.

De nombreuses critiques obligeront Schane à abandonner plus tard sa fameuse règle de troncation dans un article au titre sans ambiguïté « There is no French Toncation Rule » en 1973 et ceci est l'exemple même du déclin dès les années 70 de la phonologie générative SPE et du début des critiques qui lui seront adressées.

Les limites de la phonologie générative SPE. —

Dès les années 1970, le modèle génératif va être progressivement abandonné au profit de courants qui proposeront des solutions novatrices quant au fonctionnement des représentations phonologiques sous-jacentes. Les principales critiques adressées à son égard sont essentiellement d'ordre psycholinguistique. En effet, le système de dérivation tel qu'il est postulé par SPE implique un dispositif cognitif lourd et de ce fait certainement improbable. La transformation que subit un énoncé passe par l'emploi de règles compliquées qu'il faut de plus appliquer dans un ordre précis souvent arbitraire et qui varie d'un énoncé à l'autre. Il a d'ailleurs été démontré que dans de nombreux cas, on pouvait arriver à un résultat de surface identique en appliquant les règles dans un ordre différent que celui initialement utilisé.

Le caractère systématique des règles de dérivation fait de la phonologie générative SPE un modèle trop puissant capable d'affecter et de transformer des énoncés en des représentations non attestées. Comme nous l'avons vu dans la section précédente, la règle de troncation proposée par Schane est susceptible d'autoriser une liaison là où le contexte l'interdit. Ensuite, elle ne permet pas de rendre compte des liaisons facultatives ou des liaisons non-enchaînées. Le locuteur, réalisant ou non la liaison avec ou sans enchaînement selon le style employé, est censé « réévaluer » dans chacune des situations le nombre de frontières contenues dans l'énoncé. Armée de ces principes de dérivation, la phonologie générative résout donc le problème en proposant de nouveau un ensemble de règles de réajustement au niveau du nombre et de la nature des frontières entre les mots. De nouveau, le réalisme d'un tel type de traitement psychologique paraît incertain vu le dispositif cérébral à mettre en place.

Une autre des principales critiques adressée à l'encontre du modèle génératif est la limite des possibilités qu'offrent les représentations phonologiques sous forme de matrices. Se basant sur l'unité minimale qui est celle des phonèmes, les représentations linéaires ne sont pas capables d'expliquer les événements qui se produisent au niveau suprasegmental de la chaîne parlée tels l'intonation, la longueur des segments ou encore les phénomènes tonals. La « spécification » des tons pose en effet un sérieux problème au modèle génératif SPE. Unité distinctive dans certaines langues tel le japonais, les tons se doivent donc d'être intégrés à la matrice de traits sous la forme de propriétés binaires au même titre

que n'importe quels traits phonologiques afin de mieux rendre compte des possibilités qu'une langue utilise pour créer du sens. S'en suit une certaine contradiction : le modèle génératif ne permet que l'association d'une unité avec une propriété de type (+) ou (-). Or, certaines langues associent deux tons distincts à une même unité. L'inadéquation qu'entraîne ce système oblige le modèle génératif SPE à considérer la présence de deux unités segmentales là où il n'en existe qu'une. Pour résoudre ce problème, le modèle SPE pose le principe selon lequel l'accent n'est intégré dans les représentations phonologiques sous-jacentes qu'après avoir subi un ensemble de règles au niveau post-lexical.

Enfin, il ne faut pas oublier que dès la parution du SPE, des critiques avaient déjà été formulées et ce par ses auteurs. Le dernier chapitre du *Sound Pattern of English* « Epilogue et Prologue » était consacré à l'autocritique du modèle génératif qu'ils s'étaient efforcés de construire durant tant d'années :

« Notre présentation de la phonologie, dans ce livre, souffre toute entière d'une inadéquation théorique fondamentale [...] Le problème tient à notre approche excessivement formelle des traits, des règles et de l'évaluation. »
(cité par Encrevé, 1988, p : 158).

Ces différentes critiques conduiront, dès les années 70, à l'abandon des représentations linéaires sous forme de matrices de traits au profit des modèles autosegmentalistes capables de mieux rendre compte du statut indépendant des tons et par la suite des autres phénomènes suprasegmentaux par rapport aux segments de la chaîne parlée.

2.2.2 Approche autosegmentale multi-linéaire

Parmi les nombreuses théories autosegmentalistes proposées depuis 30 ans pour rendre compte de la liaison, celle de Pierre Encrevé (Encrevé, 1988) occupe une place prédominante. Se servant des différentes approches proposées depuis les vingt dernières années, sa théorie est construite à partir des débats critiques existant entre les diverses théories concernant la question des représentations phonologiques et se base sur une sélection de celles lui paraissant ainsi les plus pertinentes.

Introduction à la phonologie tridimensionnelle. —

La phonologie tridimensionnelle d'Encrevé, exposée dans son ouvrage « La liaison avec et sans enchaînement » (Encrevé, 1988), repose d'abord sur une extension de la théorie autosegmentale telle qu'elle a été proposée par Goldsmith (1976).

Sa théorie postulait la nécessité de séparer les différents niveaux de représentation prosodiques (segmental, tonal, métrique, etc.) d'un même objet phonologique sur divers paliers autonomes. Les différents paliers qui composent un énoncé s'organisent sur des lignes parallèles appelées « tires autosegmentales ». Dans son modèle, toutes les tires auto-segmentales sont articulées autour d'une tire centrale, la tire segmentale qui est celle des phonèmes.

Par la suite, McCarthy (1979) propose de substituer cette tire centrale par une ligne de positions constituée de l'alternance d'éléments *Consonne* et *Voyelle*. Halle et Vergnaud appellent *squelette* cette ligne intermédiaire sur laquelle les autosegments appartenant aux tires autosegmentales qui s'y ancrent sont associés les uns avec les autres.

La différence avec le modèle décrit par Encrevé réside notamment dans le choix de cet « axe de rotation » qui lui préfère un squelette de positions pures, concept élaboré par Vergnaud en 1982. Dans son ouvrage, ce squelette est défini comme suit :

« [...] une suite de positions dans lesquelles viennent s'ancrer les différentes lignes associant sur chaque plan les unités des lignes autosegmentales avec cette ligne de positions ».

Ces positions ou unités de temps permettent donc aux autosegments de venir s'ancrer et d'être associés les uns avec les autres. Le squelette est donc constitué de positions pures qui ne sont que de simples places marquées par des croix ou des points et qui ne présentent aucune valeur phonologique ou phonétique. Dans ce modèle, tout segment doit alors être associé à au moins une unité de temps pour se réaliser phonétiquement. Encrevé postule également que ce squelette de positions pures constitue la base de la connaissance lexicale d'un locuteur :

« Nous croyons utile de poser l'hypothèse que l'encodage mental du lexique comprend un paramètre (dont la matérialisation n'est pas de notre objet) qui

correspond à la mémorisation du nombre de "places" que peut comporter un élément lexical » (Encrevé, 1988, p : 154).

Ainsi, chaque locuteur stocke dans son lexique mental le nombre de places potentielles occupées pour un mot donné. Ce système, constitué de positions pures, présente l'intérêt de ne pas créer « d'interférences » entre les éléments qui viennent s'y fixer et s'associer sur les différentes lignes autosegmentales. Kaye et Lowenstamm (1984) sont les premiers à apporter des arguments en faveur de l'adoption d'un squelette de positions pures tel qu'il avait été présenté par Vergnaud en 1982.

Ils montrent qu'en cas d'allongement compensatoire, comme c'est le cas en langue hébraïque, on aurait à associer une voyelle à une position *Consonne*, si l'on conservait le squelette CV adopté par McCarthy.

« Neutre », le squelette offre ainsi une plus grande autonomie aux différents segments qui viennent s'y fixer et entraîne un certain nombre de conséquences qui sont les suivantes : (1) les segments qui constituent la chaîne parlée possèdent alors à leur tour une tire autosegmentale qui leur est propre, (2) composé uniquement d'unités de temps, le squelette génère des relations asymétriques entre les segments appartenant aux différentes lignes autosegmentales. Il permet ainsi d'encoder aussi bien des longueurs vocaliques que consonantiques sans poser le problème de l'association entre deux segments ne référant pas au même objet. Un segment long se verra ainsi attribuer deux unités de temps et (3) la tire syllabique n'est plus directement associée aux segments et obtient un statut autonome.

Ce principe permet ainsi à Encrevé d'élaborer sa théorie sur la resyllabation des consonnes de liaison en consonnes d'attaque et ce en se basant notamment sur la théorie syllabique défendue par Kaye et Lowenstamm (1984).

Introduction à la théorie syllabique. —

L'approche autosegmentale telle qu'elle a été définie par Encrevé prend appui sur la théorie syllabique, quelque peu modifiée, proposée dans l'article de Kaye et Lowenstamm paru en 1984. Dans cette étude, les auteurs définissent la syllabe comme une structure syllabique formée par deux constituants obligatoires : l'attaque (A) et la rime (R) (voir

figure 1 page 24). L'attaque peut comporter une ou plusieurs consonnes. La rime, elle, est constituée d'un noyau obligatoire (N) comportant au moins une voyelle et d'une coda facultative (C) comportant également une ou plusieurs consonnes. Selon les langues, chaque constituant d'une syllabe peut dominer ou non des arborescences branchantes. En français, tous les constituants d'une syllabe peuvent brancher, c'est-à-dire que tous les nœuds qui constituent la syllabe peuvent être représentés par plusieurs éléments. Schématiquement, la structure syllabique se décompose selon le schéma suivant :

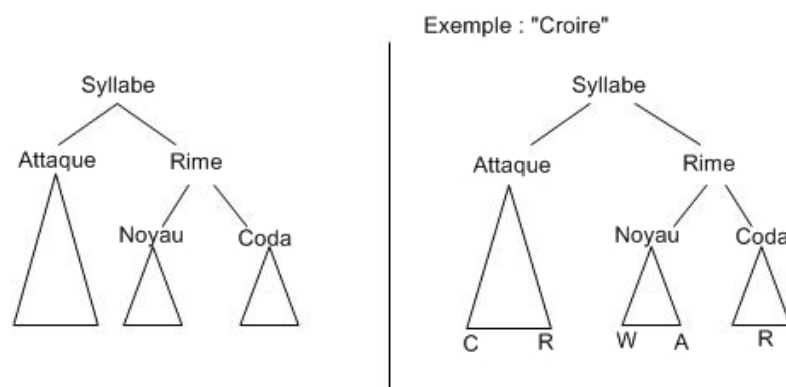


FIGURE 1 – Décomposition de la structure syllabique

Dans leurs travaux, Kaye et Lowenstamm (1984) posent comme obligatoire le fait que le nœud syllabique branche, c'est-à-dire que tout constituant syllabique sous-jacent doit être représenté obligatoirement par une attaque et une rime. La ligne syllabique se compose alors de suites AR. Cette théorie s'accorde avec le « Principe du Contour Obligatoire » (PCO). Initialement élaboré par Leben (1973), ce concept n'était réservé qu'au seul module tonal. Il proposait la simplification de la mélodie tonale au niveau sous-jacent et énonçait le principe selon lequel deux tons adjacents identiques doivent fusionner, interdisant de ce fait les motifs mélodiques du type HHL au niveau phonétique. Par la suite, Goldsmith (1976) radicalise le PCO. Là où Leben l'autorisait seulement aux segments de la ligne tonale, il étend son niveau d'application à n'importe quel autosegment et le reformule comme suit :

« Sur une ligne autosegmentale donnée, pour toutes paires d'autosegments

adjacents a et b, a est différent de b » (Goldsmith cité par (Encrevé, 1988, p : 165)).

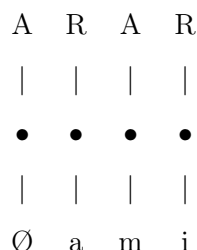
Si l'on reconnaît la syllabe AR comme syllabe minimale, il s'en suit le respect du PCO. Notons de plus que le PCO peut aussi bien s'appliquer à l'intérieur d'un même mot qu'entre deux mots lexicalement différents. Ce dernier principe sera l'un des fondements sur lequel prendra appui Encrevé pour traiter et expliquer le phénomène de liaison.

Les arguments que proposent Kaye et Lowenstamm et qui soutiennent la théorie selon laquelle tout nœud syllabique branche sont multiples. Tout d'abord, cette théorie repose sur celle proposée par Pike et Pike (1947). Elle s'appuie sur les principes métriques de la parole qui se basent sur l'alternance d'ouverture et de fermeture de la mâchoire. De plus, l'idée d'une syllabe organisée de façon binaire est motivée par l'observation de plusieurs faits : (1) l'organisation CV d'une syllabe est retrouvée dans toutes les langues du monde, (2) dans le domaine acquisitionnel, on remarque que c'est le premier type de syllabe appris par l'enfant, (3) l'organisation syllabique en CV est le modèle le plus récurrent pour une langue donnée où plusieurs structures syllabiques co-existent et (4) il n'existe aucune langue qui ne contienne que des syllabes V ou CVC mais il existe des langues qui ne contiennent que des syllabes CV (Kaye & Lowenstamm, 1984).

L'attaque, bien qu'étant considérée comme un constituant obligatoire, peut-être nulle³, c'est-à-dire n'être représentée par aucun élément de la chaîne syllabique. Les auteurs lui attribuent le trait [-segment]. Dans le cadre formulé par SPE, cet indice correspond à une marque de frontière. De ce fait, Kaye et Lowenstamm se distinguent de la phonologie générative SPE en insérant à l'intérieur même de la chaîne segmentale des éléments nuls qui jusqu'à alors n'étaient pas représentés dans les représentations linéaires des matrices de traits.

Dans l'exemple qui suit, la première syllabe contient une attaque nulle :

3. Dans la théorie syllabique telle qu'elle est présentée par Kaye et Lowenstamm, tous les constituants syllabiques (attaque, mais aussi noyau et coda) peuvent être nuls à condition d'apparaître dans des constituants syllabiques branchants. Cette condition est appelée « condition de bonne formation » (Kaye & Lowenstamm, 1984, p : 127).



Les mots susceptibles d'entrer en liaison sont, comme c'est le cas dans l'exemple précédent, ceux possédant une attaque nulle (nous verrons pourquoi dans la section qui suit).

Contrairement à Kaye et Lowenstamm (1984), et comme nous l'avons vu dans la section précédente, Vergnaud proposera par la suite de cesser de considérer les segments de la tire segmentale comme les nœuds terminaux du squelette. La ligne syllabique et la ligne segmentale se « dissocient » et s'articulent ainsi autour du squelette de positions pures permettant de ce fait des relations asymétriques entre segments et constituants syllabiques. Le squelette de positions pures s'impose alors et permet de dissocier les éléments segmentaux des éléments A et R. La tire syllabique adopte un statut autonome et devient une ligne indépendante au même titre que les autres tires autosegmentales. Cette conception sera celle adoptée par Encrevé pour considérer le cas de la liaison.

La liaison dans le modèle d'Encrevé. —

La liaison dans le modèle d'Encrevé s'oppose à la phonologie générative SPE par l'absence de règles qui régissent ce phénomène. Dans sa théorie, seul le mécanisme de resyllabation est en cause et permet de rendre compte aussi bien de la liaison enchaînée que de la liaison non-enchaînée, ce qui restait impossible avec les formalisations proposées dans le cadre de la phonologie générative.

Le modèle d'Encrevé repose sur une structure abstraite où trois niveaux autonomes et parallèles doivent entrer en relation d'association : la tire segmentale où se fixent les éléments de la chaîne parlée, les phonèmes, la tire syllabique qui présente une alternance

d'éléments « Attaque » et d'éléments « Rime », conformément à la théorie syllabique présentée dans la section précédente et le squelette, tire centrale de la représentation multilinéaire qui se présente comme une suite de positions sur lesquelles viennent s'associer les tires segmentales et syllabiques. Voici un exemple de représentation tridimensionnelle :

Tire segmentale	b	a	t	o
Squelette	•	•	•	•
Tire syllabique	A	R	A	R

La liaison, dans ce modèle, adopte un statut particulier. En effet, contrairement à l'exemple cité ci-dessus où chaque élément de la tire segmentale se voit attribuer un correspondant sur la tire syllabique, la liaison se présente comme un auto-segment flottant.

« Un auto-segment flottant est une unité, appartenant à une des tires auto-segmentales, qui n'est ancrée dans le squelette à aucune des lignes auto-segmentales. » (Encrevé, 1988)

Dans sa théorie, la consonne de liaison se présente ainsi comme un segment doublement flottant : bien que présente sur la tire segmentale, elle n'est rattachée ni au squelette, c'est-à-dire qu'elle n'a pas de position préétablie dans la structure temporelle du mot, ni à la ligne syllabique où elle est représentée comme une coda flottante. Sur la ligne du squelette, il existe donc une position qui n'est associée à aucune des tires autosegmentales en présence. Cette position permet à la consonne d'être rattachée soit à un élément « attaque » dans l'enchaînement soit à un élément « coda » dans le non-enchaînement.

« Petit » dont le « t » final est un autosegment flottant sera donc représenté ainsi :

Tire segmentale	p	ə	t	i	t
Squelette	•	•	•	•	•
Tire syllabique	A	R	A	R	C

Cette représentation permet de différencier les consonnes de liaison des consonnes fixes qui sont toujours prononcées. Ainsi, la réalisation d'une consonne de liaison est tributaire d'une opération d'ancrage dans le squelette que ce soit en position coda dans le non-enchaînement ou en position attaque dans le cas d'une resyllabation.

Comme nous l'avons vu précédemment, il existe d'autres autosegments flottants : les mots à initiales vocaliques sont représentés dans la phonologie tridimensionnelle avec des attaques nulles comme suit :

Tire segmentale	a	m	i
Squelette	•	•	•
Tire syllabique	A	R	A R

Contrairement à la consonne de liaison et aux propositions théoriques soutenues par Kaye et Lowenstamm, Encrevé postule, au même titre que Vergnaud (1982), que l'attaque flottante d'un mot à initiale vocalique ne possède pas de position préétablie dans le squelette. En effet, si l'on considère comme Encrevé que le squelette de positions pures constitue la base de la connaissance lexicale d'un locuteur, il semble évident de ne pas attribuer de position squelettale à un segment qui, dans l'absolu, n'existe pas. La liaison avec enchaînement⁴ résulte donc de l'association de deux segments flottants n'appartenant pas

4. Lorsque la liaison est non-enchaînée, le segment pouvant entrer en liaison est alors interprété et donc ancré sur la position coda également disponible sur le squelette.

lexicalement au même mot comme dans l'exemple qui suit :

Tire syllabique	A	R	A	R		A	R	A	R
		N		N	C	N		N	
Squelette	•	•	•	•	•	•	•	•	
Tire segmentale	p	ə	t	i	t	a	m	i	

Grâce à ce phénomène, l'attaque nulle d'une syllabe à initiale vocalique se voit attribuer une consonne avec laquelle elle est resyllabifiée en un constituant syllabique comportant une attaque pleine et une rime respectant ainsi, comme nous l'avons vu dans la section précédente, le Principe du Contour Obligatoire.

3 La liaison : les apports de la psycholinguistique

Depuis plusieurs années, l'étude du phénomène concernant la liaison, au-delà de l'approche phonologique qui lui a largement été consacrée, s'est élargie à de nouveaux domaines telle la psycholinguistique qui étudie les processus cognitifs que l'auditeur met en œuvre dans la perception et le traitement de la liaison.

Ces recherches impliquant différents paradigmes expérimentaux tels que la détection de phonème, la détection de mot ou encore la décision lexicale avec amorçage inter-modal ont débouché sur plusieurs résultats majeurs que nous présentons dans les sections qui suivent.

3.1 La liaison et l'accès au lexique

La première question qu'on est en droit de se poser lorsqu'on aborde la question de la liaison en psycholinguistique est celle de l'accès au lexique.

Les processus de perception et de compréhension de la parole nécessitent la segmentation d'un signal acoustique continu où il y a souvent une absence de marques acoustiques explicites de frontière de mot ou de frontière de syllabe, à plus forte raison à l'intérieur des groupes rythmiques en français où se produisent les phénomènes de liaison et d'enchaînement. Ainsi, la liaison et de manière indirecte sa resyllabation avec la voyelle d'après lorsqu'elle est enchaînée, déplace les frontières des mots comme dans l'exemple suivant :

« petit ami » : « petit » [pə.ti] + « ami » [a.mi] → [pə.ti.ta.mi]

On peut ainsi se demander si la resyllabation à laquelle la consonne de liaison est sujette et qui implique nécessairement un décalage entre frontières lexicales et frontières syllabiques, engendre des difficultés de découpage de la chaîne parlée par l'auditeur et par là même des difficultés de reconnaissance des mots. En d'autres termes :

La présence d'une consonne de liaison dans la chaîne parlée représente-t-elle un frein à l'accès au lexique et donc à la reconnaissance des mots ?

Il a été montré par diverses expériences (que nous présentons ci-après) que la présence d'une consonne de liaison n'entrave pas l'identification du mot suivant et peut en fait parfois rendre cette identification plus facile. Ces résultats suggèrent que l'auditeur parvient à localiser correctement l'emplacement des frontières entre les mots et à déterminer que le second mot débute par une voyelle malgré le fait que la consonne de liaison apparaisse en position d'attaque devant cette dernière.

Wauquier-Gravelines (1995) a entrepris une tâche de reconnaissance lexicale afin d'évaluer l'effet de la présence d'une consonne de liaison sur l'accès au lexique.

Son matériel se composait de 10 paires de phrases dans lesquelles un substantif apparaissait, à l'intérieur d'un syntagme nominal, soit en contexte de liaison soit en contexte « neutre », comme dans l'exemple « un petit éléphant » vs. « un joli éléphant ». Dans cette expérience, l'auteure a contrôlé le nombre de syllabes et la structure syllabique de l'adjectif précédent le mot à détecter et a fait lire l'ensemble des phrases par un locuteur masculin de langue maternelle française, naïf du but de l'expérience. La tâche consistait

à appuyer sur un bouton aussi rapidement que possible lorsque le mot à détecter apparaissait au sein d'une phrase porteuse.

Cette paire était elle-même insérée à l'intérieur d'un bloc dans lequel une série de distracteurs avaient été introduits et notamment des mots qui partageaient le même début que le mot cible afin que les locuteurs attendent le point d'unicité du mot pour prendre leur décision et ainsi accéder réellement au lexique mental.

Les locuteurs testés étaient au nombre de 20. Les temps de réaction sont présentés dans la table qui suit.

	Liaison	Initiale de mot	Différence
Temps de réaction	420	432	-12
% d'omissions	2	1	

TABLE 5 – Temps de réaction en ms et pourcentage d'omissions dans la tâche de décision lexicale

Les résultats montrent qu'il n'existe pas de différence significative dans les temps de réaction entre la consonne de liaison et la consonne d'attaque que ce soit par paires de phrases ($T(1.9) = 0.635$) ou par sujets ($T(1.19) = 1.07$).

La présence d'une consonne de liaison ne semble pas avoir de répercussion sur l'accès au lexique. Le temps de réaction est en moyenne plus court pour la consonne de liaison que pour la consonne initiale de mot, ce qui semble indiquer que la présence d'une telle consonne rend parfois la reconnaissance du mot suivant plus facile.

Dans l'expérience de Gaskell, Spinelli, et Meunier (2002), les auteurs ont examiné les conséquences sur la reconnaissance lexicale du réalignement causé par la liaison et l'enchaînement dans une série d'expériences d'amorçage intermodal⁵(les amorces étaient

5. Une expérience d'amorçage est basée sur l'idée que la reconnaissance d'un mot-amorce peut influencer le traitement d'un autre mot-cible, si celui-ci entretient une relation (sémantique, phonologique, morphologique, phonétique, etc.) avec le premier (Meyer & Schvaneveldt, 1971). Les effets d'amorçage sont estimés à partir de la comparaison entre une condition où amorces et cibles sont liées et une condition où amorces et cibles n'ont aucun lien entre elles. La différence de temps de réponse entre la condition contrôle et la condition reliée fournit une mesure de l'activation de la cible.

présentées auditivement et les cibles visuellement) et ont comparé les temps de réponse par rapport aux consonnes placées en position attaque.

Leur matériel se composait de 30 mots cibles à initiale vocalique du genre masculin présentés dans quatre conditions d'amorçage :

- [1] une condition de liaison (« un généreux italien »),
- [2] une condition d'enchaînement (« un virtuose italien »),
- [3] une condition d'alignement syllabique (« un chapeau italien »)
- [4] et une condition contrôle (« un mystérieux organisme »).

Deux expériences furent menées sur ce corpus. Une première, pour laquelle ont participé 40 sujets, consistait à présenter le mot cible à la fin de la phrase amorce afin que l'activation lexicale attende la fin du processus de reconnaissance.

Dans une seconde, pour laquelle ont participé 44 sujets, le mot cible apparaissait 50 ms avant le point d'unicité⁶ du dernier mot.

Selon l'hypothèse de la segmentation syllabique, la resyllabation due à la présence des consonnes de liaison ou d'enchaînement devrait entraîner une activation « décalée ou affaiblie ». En d'autres termes, les temps de réponse devraient se montrer plus courts pour la condition d'alignement syllabique comparés aux conditions de liaison et d'enchaînement puisque dans la condition [3], le mot « italien » n'est pas resyllabé et donc réalisé dans sa forme canonique.

Cependant, les résultats montrent qu'il n'existe aucune différence entre les conditions [1], [2] et [3] quant aux temps de réponse. De plus, lorsque les sujets devaient détecter explicitement le mot cible, les temps de réponse se montrent plus courts pour la condition liaison.

6. Le point d'unicité avait été calculé en amont par d'autres locuteurs qui devaient après chaque fragment du mot cible présenté tenter de déterminer de quel mot il s'agissait et de quantifier la confiance qu'ils avaient de leur prédiction. Les auteurs ont par la suite établi une moyenne de la « porte » pour laquelle le mot ne changeait plus.

Dans une expérience utilisant la même modalité expérimentale, Spinelli et Cutler (2002) ont tenté d'expliciter ces résultats en testant l'hypothèse de l'utilisation du contexte phonologique par les auditeurs.

Rappelons que selon la théorie supplétive présentée dans la sous-section 2.1.1, le locuteur stocke dans son lexique mental deux allomorphes distincts : une forme brève et une forme longue.

Ainsi, les auditeurs pourraient utiliser les connaissances dont ils disposent sur les mots susceptibles d'entrer en liaison. Dans cette hypothèse, le traitement d'« avion » dans « grand avion » devrait être plus rapide que dans « vrai tavion » étant donné que « vrai » ne possède pas, comme « grand », de /t/ sous-jacent pouvant entrer en liaison.

Dans cette expérience, les sujets devaient effectuer une tâche de décision lexicale sur des mots cibles tels « avion » précédés d'amorces contenant soit une liaison légale (« grand avion »), soit une liaison illégale (« vrai tavion »).

Les résultats montrent que les temps de réponse concernant la détection des mots cibles se révèlent plus courts dans la condition de liaison légale que dans la condition de liaison illégale. Cette différence suggère que les informations concernant le contexte lexical sont utilisées pour désambiguïser la situation de liaison.

Nous verrons dans la section 4 qu'une autre hypothèse expliquant ces résultats se trouve dans la forme physique particulière que revêtent les consonnes de liaison par rapport aux consonnes d'attaque.

Si la consonne de liaison n'entrave pas la reconnaissance des mots, elle semble cependant affectée d'un phénomène de « surdité phonologique » et présenterait plus de difficulté à être détectée par les auditeurs que ne l'est la consonne d'attaque.

3.2 Surdité phonologique liée à la consonne de liaison

Dans le domaine de l'apprentissage d'une langue seconde, de nombreuses recherches ont montré que les apprenants présentaient une incapacité à percevoir les sons étrangers à leur

langue maternelle. Ils avaient ainsi tendance à ignorer certains sons et à en rapprocher d'autres plus proches perceptivement de leur langue maternelle. Ce phénomène bien connu en acquisition s'appelle *surdité phonologique*.

Dans une tâche de détection de phonèmes, Wauquier-Gravelines (1995) a cherché à déterminer le comportement des locuteurs français face à la consonne de liaison. Dans cette expérience, elle a cherché à examiner la vitesse et la précision avec laquelle les auditeurs se montraient capable de détecter la consonne de liaison dans la chaîne parlée.

Pour se faire, deux corpus ont été montés, un s'intéressant à la consonne cible /t/, l'autre à la consonne cible /n/. Le matériel se composait de paires de phrases. Dans chacune des paires, la consonne cible apparaissait soit en position initiale comme dans « *un grand téléphone* » soit en position liaison dans des contextes qui rendaient sa prononciation obligatoire (Adjectif + substantif pour le corpus /t/ ; un + substantif pour le corpus /n/) comme dans « *un grand  l phant* ». Les deux phrases appartenant à une même paire présentaient des similarités concernant certains aspects syntaxiques, lexicaux, prosodiques et phonétiques. Ainsi, ces phrases présentaient une séquence Mot1 - Mot2 identique dans leur structure syntaxique (comme adjectif + nom dans l'exemple ci-dessus). Pour chacune des deux phrases, le mot 1 était le même (comme « grand ») ; la consonne de liaison apparaissait au même endroit dans les groupes rythmiques, enfin, la séquence voyelle-consonne suivant la consonne cible était identique phonétiquement. La fréquence était également contrôlée puisque les mots entrant dans la composition des phrases tests étaient de fréquence identique (fréquences mesurées à partir des tables du programme Brulex (Mousty & Radeau, 1990)).

A chacun des deux corpus ont été ajoutées des phrases distrayant l'attention du locuteur de la tâche à accomplir. Soit la consonne cible apparaissait à divers autres endroits (comme à l'intérieur de mot pluri-syllabique) soit elle n'apparaissait pas du tout. L'ensemble des phrases composant le corpus furent enregistrées par un homme de 28 ans de langue maternelle française, ignorant le but de l'expérience.

Quatre expériences furent conduites. Chacune d'entre elles comprenait une phase d'entraînement et une phase de test. Dans les deux premières expériences pilotes, les sujets

étaient au nombre de 14, tous étant de langue maternelle française et ne souffrant d'aucun trouble de l'audition. Ils avaient pour tâche de presser un bouton aussi rapidement que possible lorsqu'ils entendaient la consonne cible qu'elle que soit la place qu'elle occupe dans la phrase. La consigne, donnée par écrit, stipulait que la consonne cible pouvait apparaître n'importe où dans la phrase sans pour autant que la position « liaison » ne soit évoquée. Ces études étant menées à titre pilote, peu d'observations ont été recueillies. Les résultats s'intéressent donc au pourcentage de détections correctes du phonème de liaison enchaînée et du phonème en position initiale de mot.

	Liaison /t/	Initiale /t/	Liaison /n/	Initiale /n/
% de détection	67.8	92.8	44.6	87.5

TABLE 6 – Pourcentage de détection des consonnes /t/ et /n/ dans les expériences pilotes

Le pourcentage de détection du phonème /t/ en position initiale de mot (92.8%) est significativement supérieur à celui de la consonne de liaison (67.8%) : $\chi^2 = 9.56, p < 0.01$. Les résultats sont similaires pour la consonne /n/ où le pourcentage de détections correctes de la consonne initiale (87.5%) est significativement plus élevé que celui de la consonne de liaison (44.6%) : $\chi^2 = 21.07, p < 0.01$.

Pour résumer, les résultats indiquent que :

- La consonne de liaison est plus difficile à détecter que la consonne initiale de mot par les auditeurs.
- Cette difficulté est accrue lorsque la liaison se fait entre « un » + substantif.

Pour tenter de fournir une explication à ces résultats, l'auteure avance que la consigne présentait peut être une ambiguïté dans le sens où les locuteurs recherchaient vraisemblablement la consonne cible à l'intérieur d'un mot de la phrase. La consonne de liaison n'appartenant pas lexicalement à un mot avait pu être, dans ce cas, ignorée.

Dans les deux dernières expériences, l'attention des sujets a ainsi été portée sur le fait que la consonne cible pouvait tout aussi bien être une consonne de liaison. Dans ces deux

dernières expériences, les sujets étaient au nombre de 23 pour le corpus /t/, 42 pour le corpus /n/. Mis à part ces informations données en sus, la procédure à suivre était la même. Cependant, les observations étant plus nombreuses, les résultats s'intéressent ici au pourcentage d'omissions et aux temps de réaction (en ms) des consonnes cibles en position liaison et initiale de mot.

	Liaison /t/	Initiale /t/	Différence
Temps de réaction	619	573	46
% d'omissions	7.8	4.6	

TABLE 7 – Temps de réaction en millisecondes et pourcentage d'omissions dans la détection de la consonne cible /t/

Pour /t/, on constate une différence significative des temps de réaction aussi bien à l'intérieur des paires pour l'ensemble des sujets ($T(1.7) = 2.871$; $p = 0.0239$) que pour chaque sujet ($T(1.18) = 2.9$; $p = 0.0099$).

	Liaison /n/	Initiale /n/	Différence
Temps de réaction	1092	1051	41
% d'omissions	32	8	

TABLE 8 – Temps de réaction en millisecondes et pourcentage d'omissions dans la détection de la consonne cible /n/

Pour /n/, les temps de réaction ne se sont pas montrés significativement différents entre consonnes de liaison et consonnes initiales de mot. Cependant, le pourcentage d'omissions est significativement supérieur pour la consonne de liaison tant par items ($T(1.7) = 4.22$; $p = 0.0039$) que par sujets ($T(1.36) = 5.75$; $p = 0.000025$) par rapport à la consonne initiale de mot.

Malgré les précisions apportées dans la consigne des deux dernières expériences, la difficulté à détecter la consonne de liaison subsiste, que ce soit pour /n/ ou pour /t/.

4 Propriétés acoustiques des consonnes de liaison

Les données sur les propriétés acoustiques des consonnes de liaison nous proviennent pour la plupart des mêmes travaux en psycholinguistique que ceux qui viennent d'être évoqués dans les sections précédentes. En effet, les auteurs se sont interrogés sur les causes de tels résultats (non-entrave de l'accès au lexique et phénomène de surdité phonologique lié à la consonne de liaison). Une des hypothèses (parmi d'autres) avancée par ces auteurs pour fournir une explication à ces résultats est que la consonne de liaison présenterait des différences avec la consonne d'attaque sur le plan acoustique, que ces différences apparaissent sur la consonne cible elle-même ou dans les relations qu'elle entretient avec les voyelles la précédant ou la succédant.

Nous présenterons, dans les sous-sections suivantes, les travaux effectués dans ce domaine en distinguant les catégories consonantiques suivantes : les obstruantes et les nasales puisque notre étude fait elle-même cette distinction. Enfin, une troisième section sera consacrée aux études sans distinction entre classes consonantiques. Nous présenterons les travaux menés aussi bien au niveau local, sur la consonne cible elle-même, que sur les rapports dynamiques qu'elle entretient avec les voyelles attenantes.

4.1 Les consonnes de liaison obstruantes

Dejean De La Bâtie (1993) s'est intéressée à la consonne de liaison /t/ dans une tâche de lecture. L'auteure s'est penchée sur trois caractéristiques acoustiques qui sont le Voice Onset Time (VOT), la durée d'occlusion et l'énergie lib r e durant le relâchement de l'occlusion (burst). Les résultats montrent que la durée du VOT est en moyenne plus courte de 4.5 ms et que la durée d'occlusion est en moyenne plus courte de 15.6 ms pour les consonnes de liaison que pour les consonnes d'attaque correspondantes. Dans la même expérience, Dejean de la Bâtie montre cependant que le paramètre d'énergie à l'ouverture de l'occlusion n'est pas un critère permettant de distinguer ces deux consonnes.

Dans sa thèse, Wauquier-Gravelines (1996) a pu faire des constatations comparables à celles de Dejean De La Bâtie (1993) sur la consonne /t/. En comparant les consonnes de liaison et d'attaque, l'auteure a trouvé que le VOT était en moyenne plus court de

5.5 ms pour les consonnes de liaison par rapport aux consonnes d'attaque⁷. Le temps d'occlusion s'est lui aussi révélé plus court pour la consonne de liaison (49.7 ms) que pour la consonne d'attaque (69.7 ms). La même étude montre que la durée totale de la consonne (occlusion + burst + VOT) est plus courte pour la consonne de liaison (95 ms) que pour la consonne d'attaque (120 ms). Dans cette étude, un paramètre de plus a été analysé, celui de la variation de la fréquence fondamentale. Cette variation a été mesurée en opérant la différence entre la valeur de la fréquence fondamentale (Fo) au centre de la voyelle suivant le /t/ et la valeur de la Fo de la voyelle précédant le /t/. Les résultats concernant l'écart (en valeur absolue) de la Fo ont tendance à être plus importants pour la consonne de liaison (11.25 Hz) que pour la consonne d'attaque (5.75 Hz) ($p = 0.39$).

L'étude de Coquillon et Astésano (2008) porte sur les caractéristiques de la consonne de liaison par rapport à la consonne d'attaque. Cette étude présente deux spécificités : la première réside dans le fait qu'elles analysent non seulement le paramètre de durée (de la consonne mais aussi des voyelles attenantes) mais aussi des paramètres tels que la fréquence fondamentale ou encore l'intensité. Ces paramètres sont étudiés au niveau local, sur le phonème cible lui-même, mais également de manière dynamique en calculant les écarts de Fo à l'intérieur de la syllabe cible et les rapports d'intensité existant entre la voyelle précédant la consonne cible et la voyelle qui suit.

La deuxième spécificité de cette étude réside dans l'analyse des différences acoustiques entre consonne de liaison et consonne d'attaque selon que ces dernières sont prononcées par une locutrice utilisant un français de référence (LFR) ou par une locutrice native de la région marseillaise (LM) employant une variété méridionale du français.

Quelle que soit la variété de français utilisée, les résultats montrent que :

- La consonne /z/ se montre significativement plus courte en position liaison qu'en position attaque (LFR : 79 ms vs 93 ms, $p = 0.0012$; LM : 89 ms vs 101 ms, $p = 0.0042$).
- La durée de la voyelle suivante ne semble pas influencée par le facteur position (attaque ou liaison) de la consonne cible. En revanche, si l'on regarde la durée proportionnelle

7. Cependant, et contrairement à Dejean de la Bâtie, l'analyse statistique n'a pas montré que cette différence était significative. Wauquier-Gravelines avance l'hypothèse que cette différence est attribuable au faible taux d'observations (8 paires d'items contre 24 pour Dejean de la Bâtie).

de la voyelle suivante à l'intérieur de la syllabe, cette dernière apparaît plus longue après une consonne en position liaison qu'après une consonne en position attaque.

- Aucune tendance ne se dégage sur le paramètre intensité au niveau local.
- Aucune tendance significative ne se dégage dans le rapport d'intensité entre la voyelle précédant et celle succédant la consonne cible. Cependant, les auteurs constatent que l'intensité est corrélée à la fréquence fondamentale en adoptant une pente similaire.

En français méridional, l'écart de F_0 , mesuré entre le minimum de la consonne cible et le maximum de la voyelle suivante, se montre plus important pour la consonne en position attaque ($p < 0.0001$). En français de référence, l'écart de F_0 ne diffère pas selon la position de la consonne.

Cependant, dans l'expérience menée par Nguyen, Wauquier-Gravelines, Lancia, et Tuller (2007), que nous décrivons en détail dans la section 5 page 41, aucune différence de durée significative n'a été trouvée entre la consonne /z/ en position liaison et la consonne /z/ en position attaque.

4.2 Les consonnes de liaison nasales

Dans la même expérience que celle mentionnée dans la sous-section 4.1 (Wauquier-Gravelines, 1996), la consonne /n/ ne s'est pas révélée plus courte en position liaison (57.8 ms) qu'en position attaque (61 ms).

Des résultats équivalents ont également été obtenus dans l'expérience de Nguyen et al. (2007) citée plus haut.

Il semblerait ainsi, d'après ces études, que les variations de durée entre consonne de liaison et consonne d'attaque soient spécifiques aux consonnes obstruantes.

4.3 Les études sans distinction entre classes consonantiques

Delattre (1966) est le premier à avoir soulevé ce phénomène de différences phonétiques existant entre consonne d'attaque et de liaison. Dans l'article *Le mot est-il une entité phonétique en français ?* qui traite de la question bien connue de savoir si le mot représente une unité de segmentation de la chaîne parlée, Delattre soulève le problème de la resyllabation qu'induit la présence d'une consonne de liaison et qui déplace les frontières de mots. Il explique que le français, langue à « mode tendu » (Delattre, 1966)⁸, garde des traces de l'individualité des mots grâce à des moyens phonétiques comme le sens de tension des consonnes.

Ainsi, même si la consonne de liaison se manifeste tout comme la consonne d'attaque par une tension croissante, elle s'en distingue en présentant un affaiblissement de son degré de tension. Cet affaiblissement s'accompagne d'un « adoucissement général de la consonne » (Delattre, 1966) qui se manifeste essentiellement par « le fait qu'elle est plus voisée ou moins dévoisée selon que c'est une sonore ou une sourde » (Delattre, 1966).

Gaskell et al. (2002) ont démontré que les consonnes /t/, /r/ et /z/ étaient en moyenne plus courtes en position liaison (73 ms) qu'en position attaque (88 ms).

Dans le travail de Spinelli et Cutler (2003) sur les consonnes /p/, /r/, /t/, /n/ et /g/, une différence de durée a également été trouvée entre consonne de liaison (64 ms) et consonne d'attaque (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 et Cutler (2003) par rapport à celle observée dans les travaux de Gaskell et al. (2002). On ne peut donc savoir s'il existe de différences observables entre les différentes classes de consonnes (nasales vs obstruantes par exemple).

8. langue demandant « une grande dépense d'énergie pour tendre les muscles d'articulation pendant la phonation » (Delattre, 1966)

5 Rôle des propriétés acoustiques des consonnes de liaison dans l'accès au lexique

Nous présentons dans cette section trois études qui ont été menées afin de déterminer de quelle façon les caractéristiques acoustiques des consonnes de liaison influencent la résolution des ambiguïtés lexicales induites par ces dernières.

Deux d'entre elles emploient le paradigme expérimental dit de « *Cross-Splicing* », consistant à intervertir deux séquences du signal acoustique.

La dernière utilise, comme pour les expériences de Gaskell et al. (2002) ; Spinelli et Cutler (2002), l'amorçage inter-modal.

Nous avons présenté dans la section 3.1 page 29 les travaux de Spinelli et Cutler (2002). Rappelons que par le biais de cette expérience, les auteurs tentaient de déterminer de quelle façon la présence d'une consonne de liaison facilitait l'accès au lexique. Après un premier résultat qui inférait que le contexte lexical était utilisé pour désambiguïser la situation de liaison, les auteurs se sont penchés sur les caractéristiques acoustiques des consonnes de liaison et ont cherché à montrer si ces caractéristiques jouaient un rôle dans l'accès au lexique.

Spinelli et Cutler (2002) ont donc interverti la portion du signal correspondant au « *tavion* » produit dans la séquence « *grand avion* » avec le « *tavion* » de la séquence « *vrai tavion* ». Si les différences acoustiques présentées par les consonnes de liaison jouent un rôle, les items cross-splicés ainsi créés devraient contenir des informations contradictoires : l'item cross-splicé, « *vraitavion* », serait en faveur d'une liaison sur la base des indices acoustiques, mais en faveur d'un phonème initial sur la base des indices lexicaux.

Les résultats de cette expérience montrent que les mots cibles étaient toujours traités plus rapidement dans la condition cross-splicée de liaison (« *grand avion* »), que dans la condition cross-splicée de liaison non avérée (« *vrai tavion* »). Cependant, cette différence était fortement réduite par rapport aux résultats obtenus avec des stimuli intacts, ce qui suggère que si le contexte lexical est utilisé pour désambiguïser la situation de liaison, les indices acoustiques associés aux phonèmes initiaux et aux phonèmes de liaison jouent

également un rôle.

Utilisant la même modalité expérimentale, les travaux de Nguyen et al. (2007) ont cherché à déterminer si les résultats de Wauquier-Gravelines (1995) dans sa tâche de détection de phonèmes étaient attribuables aux propriétés acoustiques spécifiques que présentaient les consonnes de liaison par rapport aux consonnes d'attaque.

En d'autres termes, est-ce que la durée de la consonne de liaison (inférieure à celle de la consonne d'attaque) induit une moindre détection de celle-ci dans le signal acoustique ?

Vingt groupes de deux phrases constituent le matériel de cette expérience. L'analyse se limite à l'étude des consonnes fixes et de liaison /z/ (12 groupes) et /n/ (8 groupes). Chacune de ces phrases contient une consonne cible qui apparaît au voisinage d'une frontière entre deux mots. À ce corpus ont été ajoutés 240 fillers destinés à détourner l'attention de la tâche à produire.

Dans chacun des groupes, la consonne cible apparaît dans l'une des deux positions suivantes : [1] au début du mot et [4] en position de liaison à la jonction des mots 1 et 2. Voici un exemple de groupe, considérant la consonne /n/, utilisé durant l'expérience :

[1] Ils sont allés en plein Népal pour effectuer ce reportage. (contexte initial)

[4] Il a stoppé en plein élan quand le juge a levé le drapeau. (liaison)

Dans chaque groupe, les consonnes de liaison apparaissent dans des contextes qui rendent leur prononciation obligatoire.

Toutes les phrases d'un même groupe possèdent un contexte vocalique le plus similaire possible avant et après la consonne testée (voyelle 1 et voyelle 2 similaires à un trait près dans chacun des groupes).

Les auteurs ont également imposé deux contraintes à la consonne précédant la voyelle 1 dans les phrases de type [1] et [4]. Ces contraintes étaient nécessaires aux auteurs afin d'effectuer le cross-splicing entre les consonnes de liaison et les consonnes d'attaque. Ainsi, ces consonnes devaient être les plus proches possibles sur le plan phonétique. Quand cela n'était pas possible, les auteurs employaient des consonnes occlusives sourdes présentant

une transition formantique nette avec la voyelle 1.

Le corpus ainsi créé fut lu 5 fois par le premier auteur de cette étude. Pour les phrases de type [1] et [4] deux versions différentes furent créées :

- La première, appelée *identity-spliced*, dans laquelle la voyelle 1 et la consonne cible proviennent d’une autre répétition de la **même** phrase. Par exemple, la séquence *V1-C* provenant de la phrase de type [1] issue de la première répétition est échangée avec la même séquence de la même phrase mais provenant de la répétition numéro deux.
- La seconde, appelée *cross-spliced*, consiste à échanger la séquence *V1-C* entre les phrases de type [1] et [4]. Par exemple, la séquence [ã̃n] de la phrase de type [1] « *Elle s’est blessée **en** nageant et elle doit se reposer* » est échangée avec la même séquence de la phrase de type [4] « *Il veut se rendre **en** Asie pour compléter sa formation* »

Une tâche détection de phonèmes a été menée sur le corpus ainsi créé. 34 locuteurs francophones ont participé à cette expérience. Les résultats s’intéressent aux pourcentages de détection de la consonne cible ainsi qu’aux temps de réaction.

L’expérience révèle des résultats comparables à ceux trouvés dans l’expérience de Wauquier-Gravelines (1995) :

- Le pourcentage de détection correcte est significativement plus élevé pour la constrictive /z/ (92%) que pour la nasale /n/ (70%).
- La position initiale est associée à une détection plus précise que ne l’est la position liaison.
- De la même façon que Wauquier-Gravelines (1995), il existe une interaction significative entre l’identité de la cible (constrictive vs. nasale) et sa position (attaque vs. liaison) qui reflète le fait que la différence dans la détection entre position initiale et position liaison est plus petite pour la constrictive (*diff.* = +11%) que pour la nasale (*diff.* = +32%).

Cependant, le pourcentage de détection correcte ne se montre pas significativement différent ($F(1, 30) = 0,780$; $p = 0,384$) entre les versions *identity-spliced* (82%) et les versions *cross-spliced* (80%).

Toujours dans le sens des résultats trouvés par Wauquier-Gravelines (1995), les temps de réaction se montrent plus longs que ce soit pour la consonne nasale par rapport à la fricative ou pour la consonne de liaison par rapport à la consonne d'attaque pour les versions *identity-spliced*. Ces différences n'apparaissent plus pour les versions *cross-spliced*. Pour résumer, les consonnes de liaison semblent plus difficiles à détecter que les consonnes d'attaque.

Les scores relatifs au pourcentage de détection et au temps de réaction sont plus bas pour la consonne placée en position liaison qu'en position initiale. L'utilisation de la technique du cross-splicing tend seulement à neutraliser les différences dans les temps de réaction sans pour autant influencer le pourcentage correct de détection.

Enfin la dernière expérience, celle de Spinelli et Cutler (2003), a cherché à déterminer si les auditeurs se montraient capables de désambiguïser deux syntagmes phonologiquement homophones en utilisant seulement les indices acoustiques que présente la consonne de liaison par rapport aux consonnes d'attaque. Ainsi, les sujets devaient réaliser une tâche de décision lexicale sur des mots cibles comme « oignons » précédés d'amorces ambiguës telles que « c'est le dernier oignon » ou « c'est le dernier rognon ».

Les résultats suggèrent que l'amorce a un effet sur l'activation de la cible. D'une manière générale, lorsque c'est « oignon » qui est présenté dans l'amorce, on observe bien l'activation de la cible dans « dernier oignon » mais pas de celle-ci dans « dernier rognon ». De la même façon, l'activation du candidat « rognon » est plus faible lorsque l'amorce contient son compétiteur « oignon » que lorsque « rognon » est intentionnellement prononcé dans l'amorce.

Ainsi, des énoncés tels que « c'est le dernier oignon » et « c'est le dernier rognon » ne sont pas phonétiquement identiques et les indices acoustiques qui permettent de les différencier sont en mesure d'être employés par les auditeurs pour résoudre l'ambiguïté sans pour autant qu'ils constituent à eux seuls l'unique source d'information utilisée par les auditeurs. Nous avons par ailleurs dans cette thèse produit une expérience qui confirme ce résultat, en découpant nos stimuli (cf. description des stimuli, chapitre 3, page 67), et

en ne présentant que la séquence *V1CV2* à des locuteurs.

Ces séquences, phonologiquement homophones, avaient été découpées à partir de phrases porteuses qui contenaient soit une consonne de liaison soit une consonne d'attaque. Nous avons demandé aux locuteurs de classer les séquences ainsi présentées en deux catégories (attaque ou liaison) en pressant sur le bouton correspondant à la catégorie concernée. Ils devaient donc déterminer si la séquence présentée appartenait à une phrase porteuse *Liaison* ou à une phrase porteuse *Attque*. Tous nos résultats se montrent proches du hasard ce qui démontre qu'à elle seule l'information acoustique ne suffit pas.

6 Problématique

6.1 Résumé

Nous avons montré tout au long de ce chapitre le débat qui anime les deux grandes approches s'opposant actuellement pour tenter de fournir une explication aux questions liées à ce phénomène complexe qu'est la liaison.

D'un côté, les modèles à exemplaires privilégient l'hypothèse selon laquelle les locuteurs se représentent chaque mot et constructions grammaticales de manière concrète sous la forme d'une liste d'exemplaires. Dans ce modèle, toutes les caractéristiques phonétiques d'un énoncé sont enregistrées de façon détaillée. Le locuteur privilégie ainsi un lien direct entre formes de surface et formes lexicales. Ce stockage exhaustif de toutes les variantes de surface d'un mot se base sur l'hypothèse d'une très grande capacité cérébrale à stocker et à utiliser l'information en temps réel.

Inversement, les modèles abstractionnistes associent à chaque mot une représentation phonologique abstraite et indépendante des caractéristiques individuelles du locuteur. Ce modèle préconise donc plusieurs niveaux d'analyse de l'information qui passent par l'emploi de prototypes. Ces prototypes permettent à l'auditeur d'effectuer des généralisations censées lui rendre la tâche de production et de compréhension plus aisée. Le modèle auto-segmental, par exemple, constitue une économie de stockage et permet de réduire le coût de traitement de la parole en évitant au locuteur de stocker toutes les variantes contextuelles d'un mot pouvant entrer en liaison et simplifie ce phénomène en un mécanisme unique de resyllabation.

Nous avons examiné dans la section 3, les apports des travaux effectués dans le cadre de la psycholinguistique qui ont mis en avant plusieurs résultats intéressants concernant la liaison :

1. La consonne de liaison est soumise à un phénomène robuste de surdité phonologique qui résiste à la manipulation par *cross-splicing*.
2. Sa présence ne freine cependant pas l'accès au lexique, dans certains cas, cela peut même faciliter ce processus.
3. Elle présente des différences dans sa forme acoustique en comparaison avec les consonnes d'attaque. Ces différences semblent utilisées dans l'accès au lexique.
4. Enfin, le contexte lexical est utilisé pour désambiguïser la situation de liaison.

Ces différents résultats entrent par certains aspects en contradiction avec les modèles phonologiques multilinéaire et exemplariste présentés ci-dessus.

6.2 Discussion

D'une manière générale, les résultats de Wauquier-Gravelines (1995) et Nguyen et al. (2007) indiquent que les auditeurs détectent plus difficilement les consonnes de liaison par rapport aux consonnes de début de mot et que cette difficulté est plus importante :

- Dans les groupes clitiques du type « un avion » comparé à « un navire », que dans les syntagmes phonologiques du type « un grand éléphant » comparé à « un grand téléphone ».
- Pour les nasales que pour les constrictives.

Ces résultats suggèrent ainsi que les consonnes de liaison ne sont pas traitées de la même façon que les consonnes fixes par les auditeurs, ce qui, d'une certaine façon corrobore les affirmations soutenues par le modèle auto-segmental d'Encrevé (1988). Dans la section 2.2.2 page 26, nous avons présenté le statut que conférait ce modèle à la consonne de liaison. Se présentant 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’attaque du mot suivant lorsque ce dernier est doté d’une syllabe initiale dont l’attaque est vide. Ainsi, la consonne de liaison, n’étant pas lexicalement rattachée à une unité temporelle, se distingue des consonnes fixes par une grande instabilité structurelle. Le comportement qu’adoptent les locuteurs dans la tâche de détection de phonèmes est peut-être le résultat de cette instabilité. En d’autres termes, l’absence de lien préétabli entre la consonne de liaison et le squelette d’unités temporelles de la représentation lexicale sous-jacente rendrait la consonne plus difficile à détecter.

La présence d’une consonne de liaison ne semble pas inférer sur la vitesse d’accès au lexique. Ce qui somme toute est assez logique : si la consonne de liaison est « ignorée » par les locuteurs, elle ne peut de ce fait gêner l’accès au lexique. En revanche, on peut se poser la question plus pertinente de savoir pourquoi et comment elle est ignorée ?

Deux hypothèses ont été mises en avant par Spinelli et Cutler (2002) : la première suggère que les informations concernant le contexte lexical sont utilisées pour désambiguïser la situation de liaison. La deuxième s’appuie sur la sensibilité des auditeurs face aux différences acoustiques fines qui existent entre consonne de liaison et consonne d’attaque.

Si cette seconde hypothèse s’avère vraie, elle s’intègre alors mal dans le modèle auto-segmental. En effet, dans cette théorie, la consonne de liaison s’apparente sur le plan structurel à une consonne d’attaque. Les informations de surface ne devraient donc pas avoir de pertinence pour le découpage lexical. Le modèle d’Encrevé, étant avant tout un modèle phonologique, reste un modèle abstrait qui permet de rendre compte uniquement des spécificités structurelles des segments qui composent un énoncé tout en restant aveugle aux représentations de surface.

D’un autre côté, le fait que le locuteur éprouve plus de difficulté à détecter une consonne de liaison va à l’encontre des préceptes théoriques formulés par le modèle exemplariste dans le sens où ce modèle ne confère aucun statut particulier à la consonne de liaison. Étant donné le fait que la variante relative à la liaison est stockée en mémoire de la même façon que l’ensemble des autres variantes (attaque, milieu de mot, etc.), le locuteur devrait se montrer capable de reconnaître aussi bien la consonne de liaison que les

consonnes fixes équivalentes.

Pour résumer :

- Le modèle à exemplaires tel qu’il est formulé ne permet pas de rendre compte du statut particulier de la consonne de liaison.
- Dans le modèle autosegmental, la théorie selon laquelle la consonne de liaison se comporte comme une attaque dans le cas d’un enchaînement présente des limites. Satisfaisant sur le « fond », il se révèle insatisfaisant sur la forme, en perdant l’essence du statut spécifique primitif de la consonne de liaison en l’associant au niveau phonétique à une consonne d’attaque.

Nous admettons que la consonne de liaison est resyllabée. Nous pensons que malgré cela, elle conserve un statut spécifique, celui de consonne flottante, présentant des caractéristiques phonétiques qui la distingue sur le plan structurel de la consonne d’attaque. En conservant sa propre individualité sur le plan structurel, elle permet au locuteur de mener à bien la segmentation du signal et de ce fait l’accès au lexique.

Nous pensons que les modèles, tels qu’ils existent aujourd’hui, ne permettent pas de représenter la liaison dans toute sa complexité. Comme nous l’avons expliqué dans l’introduction de cet ouvrage, les différents modèles présentés qu’ils soient génératifs linéaires, génératifs multilinéaires ou à exemplaires présentent une séparation stricte entre les modules phonologique et phonétique. Or, les travaux menés en psycholinguistique (Dejean De La Bâtie, 1993 ; Wauquier-Gravelines, 1995, 1996 ; Gaskell et al., 2002 ; Spinelli & Cutler, 2002 ; Nguyen et al., 2007) semblent indiquer clairement que le statut phonologique de la consonne de liaison entraîne des répercussions sur sa forme phonétique au niveau de la production (cf. durée plus courte) mais aussi que la forme phonétique de cette consonne a une incidence sur l’interprétation phonologique que l’on en a au niveau de la perception (cf. déconsidération de la consonne, surdité phonologique). Pourtant aucun des modèles présentés traitant de la liaison n’a encore intégré cette relation d’influence mutuelle entre les deux niveaux d’analyse.

Nous pensons que seul un modèle, dont la priorité serait de combiner cadre théorique et cadre formel et présentant une organisation modulaire entre phonologie et phonétique,

serait apte à décrire les régularités superficielles qui donnent à la liaison son identité.

La nécessité de combiner « forme et substance », nous encourage donc à pousser nos investigations vers un modèle capable de paramétrer les liens structuraux qui existent entre les unités dès le niveau symbolique. La phonologie articulatoire nous semble être la réponse à ce problème. Modèle phonologique proche de la surface, nous pensons qu'il est le candidat idéal pour lier le statut structurel de la consonne de liaison à sa réalité phonétique afin d'offrir un réel statut phonologique à ce phénomène si complexe.

PHONOLOGIE ARTICULATOIRE ET PRINCIPES DYNAMIQUES

La phonologie articulatoire⁹ est un modèle qui a été proposé pour la première fois par Browman et Goldstein en 1986 (Browman & Goldstein, 1986) et qui décrit la parole comme une suite de mouvements articulatoires audibles. Comme nous l’avons vu dans le chapitre précédent, 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 articulatoire¹⁰, ce modèle parvient à établir un lien *tangible* entre le niveau phonologique et le niveau phonétique puisque ce sont les mêmes unités qui servent à la fois de représentation abstraite (et qui permettent donc le contraste entre différentes unités lexicales) et d’unité d’action dans la réalisation concrète de l’énoncé.

1 Le Geste articulatoire : propriétés

En tout premier lieu, il convient de préciser qu’un Geste articulatoire consiste à la formation d’une constriction (ainsi que de son relâchement) à l’intérieur du conduit vocal. Cette constriction constitue la **cible** que l’ensemble du système s’efforce d’atteindre. Un Geste articulatoire est donc caractérisé en tout premier lieu par des informations sur la façon dont est réalisée cette constriction et notamment sur les différents articulateurs

9. Le lecteur intéressé est renvoyé aux articles « pères » de la phonologie articulatoire (Browman & Goldstein, 1986, 1990a, 1990b, 1990c, 1995, 2000) ainsi qu’à la synthèse présentée par Fougeron (2005) qui propose une introduction à ce modèle phonologique et dont ce chapitre reprend les grandes lignes.

10. Comme l’a fait Fougeron (2005), nous distinguerons, dans l’ensemble de ce chapitre le Geste avec majuscule, primitive utilisée en phonologie articulatoire, du geste avec minuscule, mouvement articulatoire quelconque.

qui entrent dans sa composition. Il est donc le résultat de la combinaison de plusieurs articulateurs indépendants (ou plusieurs gestes, cette fois avec minuscule) qui unissent leurs « efforts » dans l'élaboration d'une tâche commune.

Enfin, un Geste articulatoire est spécifié par la nature, le degré et le lieu de la dite constriction. Nous reviendrons plus en détail sur l'ensemble de ces notions dans la section 3 qui suit.

2 Geste articulatoire et notion d'oppositions phonologiques

Dans ce modèle, tous les mouvements inhérents à l'articulation de la parole continue ne peuvent être considérés comme Gestes articulatoires. Sont considérés comme Gestes articulatoires, seuls les gestes ayant un but distinctif et qui permettent donc le contraste phonologique. Il existe trois types d'opposition en phonologie articulatoire capables de créer du sens (Fougeron, 2005) :

- La présence ou non d'un Geste.

Exemple : « doigt » et « oie » : le premier de ces mots commencent par un Geste d'occlusion alvéolaire, absent chez le second.

- Une différence de paramétrage dynamique (nous définirons ce concept dans la section 3).

Exemple : « sac » et « chaque » : ces deux mots commencent tous deux par un Geste de constriction critique mais le premier à un niveau alvéolaire alors que le deuxième à un niveau post-alvéolaire. Cette opposition concerne donc le lieu et le degré de constriction.

- La coordination temporelle.

Exemple : « panne » et « nappe » : ces mots contiennent les mêmes Gestes articulatoires mais leur organisation temporelle diffère.

Ces trois types d'opposition permettent à elles seules de rendre compte non seulement des oppositions distinctives qui existent au sein d'une même langue mais aussi de rendre compte des différences entre systèmes phonologiques de langues différentes. De même,

les différences rythmiques entre les langues peuvent aussi s'expliquer par des différences de coordination temporelle.

L'apport essentiel de ce modèle pour traiter le phénomène de la liaison est justement le fait qu'un énoncé soit composé de gestes et que dans la mesure où ces gestes correspondent à un mouvement, ils sont spécifiés dans l'espace et dans le temps.

Alors que les unités employées en phonologie générative, bien que basées sur des traits phonétiques (voir la matrice de traits page 17), ne permettaient qu'une conception binarisée du trait (présence ou absence), la phonologie articulatoire permet de rendre compte aussi bien d'informations catégorielles que d'informations de nature graduelle sur les gestes concernés dans la réalisation d'un énoncé (Marchal, 2007).

3 La dynamique des tâches

D'une manière générale, le modèle de la dynamique des tâches a pour but de rendre compte de la coopération dont font preuve différents *effecteurs* (Hawkins, 1992) dans l'accomplissement d'une tâche commune à accomplir.

A l'origine, ce modèle a été développé pour modéliser des mécanismes liés à des phénomènes physiologiques comme par exemple la marche ou la façon dont sont couplées les deux jambes pour produire un mouvement vers l'avant.

Comme le souligne Saltzman (1986), la difficulté de cette modélisation repose sur la constatation qu'un mouvement, même s'il n'est jamais effectué deux fois de manière strictement identique (il peut, par exemple, varier en fonction de sa position de départ), présente cependant des invariances dans sa réalisation.

3.1 Structures coordinatives

En phonologie articulatoire, les différents articulateurs qui s'associent dans la réalisation d'une tâche commune sont organisés au sein de **structures coordinatives**. Plus exactement, une structure coordinative est « un groupement fonctionnel de structures et de

muscles qui accomplissent la même tâche indépendamment du contexte périphérique » (Marchal, 2007, p : 185). Un exemple courant de ce phénomène est celui rencontré lorsque le locuteur parle en ayant un stylo ou une cigarette dans la bouche et qui produit *ipso facto* un déplacement de la mâchoire vers le bas. On observe alors que la lèvre inférieure produit de façon quasi instantanée (de la même façon qu'un réflexe) un mouvement compensateur vers le haut afin de maintenir la cible qu'est l'occlusion labiale. Cette synergie dont font preuve les articulateurs concernés s'inscrit dans la notion d'*équivalence motrice* (ou *motor equivalence* (Hawkins, 1992)) qui renvoie à la capacité d'atteindre une cible en se servant soit des effecteurs de manière différente qu'à l'accoutumée soit en se servant d'effecteurs différents, le cas le plus radical de ce phénomène en parole étant bien entendu la ventriloquie.

Les erreurs de production peuvent également apporter des arguments favorables à un encodage en terme de gestes articulatoires. Les erreurs de types substitution, assimilation, etc. pourraient ainsi être expliquées par une mauvaise planification de la tâche à accomplir et donc par l'activation ou la non-activation d'un geste à un moment inapproprié durant la production.

Dans le modèle développé par Browman et Goldstein (1986), il existe ainsi cinq structures coordinatives qui sont présentées dans la table 9 page 54.

Structures coordinatives	Articulateurs concernés	Variables du tractus
Labiale	Lèvre inférieure, lèvre supérieure et mâchoire	Protusion des lèvres et aperture des lèvres
Pointe de la langue	Pointe de la langue, corps de la langue et mâchoire	Lieu et degré de la constriction de la pointe de la langue
Corps de la langue	Corps de la langue et mâchoire	Lieu et degré de la constriction du corps de la langue
Velum	Voile du palais	Aperture vélaire
Glotte	Glotte	Aperture glottale

TABLE 9 – Structures coordinatives

Comme on peut le voir dans cette table, chacune des variables du tractus est définie par deux paramètres dynamiques : le lieu et le degré de constriction spécifiés par des

paramètres dynamiques qui déterminent la façon dont est réalisée la constriction. Ces informations sont d'ordre spatio-temporelles et déterminent les différentes trajectoires articulatoires de l'ensemble des articulateurs compris dans la structure coordinative. Ces paramètres dynamiques permettent au système de production de créer les trajectoires des articulateurs concernés. Ces variables peuvent bien entendu prendre plusieurs valeurs. Ainsi, le degré de constriction s'étend de large (conduit orale ouvert comme c'est le cas dans la production d'une voyelle) à total (conduit vocal fermé)¹¹. La constriction peut, elle, s'effectuer du niveau glottal au niveau labial.

Par exemple, le Geste articulatoire « Pointe de la langue », qui correspond dans un modèle phonologique plus standard au phonème /t/, implique la structure coordinative de 3 articulateurs coordonnés qui sont la mâchoire, la pointe de la langue et le corps de la langue. La structure coordinative est ensuite spécifiée par le degré de la constriction (dans ce cas, l'occlusion est totale) et par le lieu où elle se situe (ici, la région alvéolaire).

Pour résumer :

[...] un Geste articulatoire est un système dynamique impliquant l'action coordonnée d'un ou plusieurs articulateurs regroupés en structures coordinatives. Ces structures sont fonctionnellement indépendantes et catégoriquement distinctes. Leur objectif, qu'on appelle tâche, est la formation et le relâchement d'une constriction dans le conduit vocal. Cet objectif est spécifié sous forme de paramètres dynamiques qui vont déterminer les trajectoires des articulateurs. Comme toute action, un Geste existe donc dans l'espace et aussi dans le temps (Fougeron, 2005).

3.2 Coarticulation entre gestes articulatoires

Comme nous le savons, les segments composant un énoncé ne sont pas produits de manière strictement séquentielle, des phénomènes de coarticulation intervenant durant leur production. Ainsi, en phonologie articulatoire, les différents gestes impliqués dans la production d'un message se combinent les uns avec les autres par différents degrés de

11. On entendra également parler de valeurs critique, étroite, moyenne et large.

couplage dynamique pour former des structures plus grandes.

Cette combinaison implique que l'information concernant le couplage entre gestes articulatoires **soit fixe et spécifié dès l'entrée lexicale**.

3.2.1 Partition gestuelle

En phonologie articulatoire, l'organisation des gestes entrant dans la composition d'un énoncé est représentée à l'aide d'une partition gestuelle. Voici par exemple la représentation du mot anglais $/p^hæm/$.

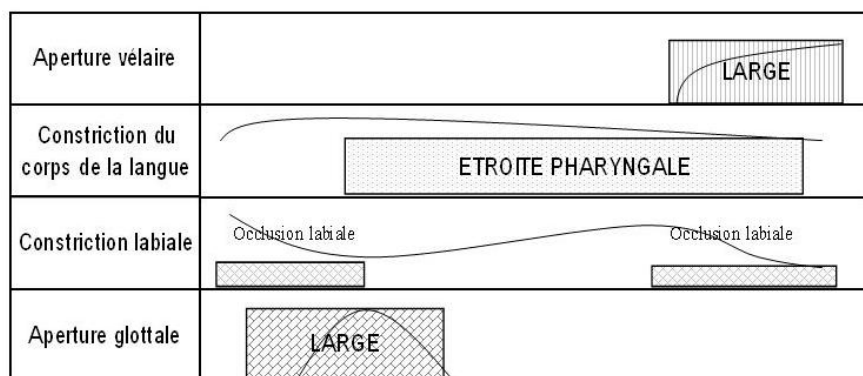


FIGURE 2 – Partition gestuelle ou « Gestural Score » de l'énoncé $/p^hæm/$

Cette représentation se lit ainsi :

- Les Gestes articulatoires employés sont définis sur la droite.
- Les boîtes grisées représentent l'intervalle d'activation de chaque geste, soit l'intervalle durant lequel le geste est actif et exerce une influence sur la dynamique du conduit vocal.
- Les étiquettes se rapportent au lieu et/ou au degré de constriction.
- La courbe en noir est une courbe de mouvement calculée par le modèle Task Dynamic à partir de paramètres numériques dynamiques associés à chaque variable du conduit vocal.

3.2.2 Les différents degrés de couplage entre deux gestes

La figure 3 (Fougeron, 2005) page 57 présente quatre exemples de couplage entre deux gestes, un en trait plein, l'autre en pointillé. Les gestes sont représentés de manière schématique sous forme de cloche représentant le décours temporel du geste de constriction, avec :

- à gauche : le mouvement vers la cible pour la formation de la constriction,
- au sommet : la tenue de la constriction cible,
- et à droite : le mouvement s'en allant de la cible pour un relâchement de la constriction.

La ligne verticale indique sur quel point ils sont synchronisés.

Par exemple, en (a), les deux gestes débutent de façon synchrone, en (d) le début d'un geste est synchrone avec le relâchement de l'autre.

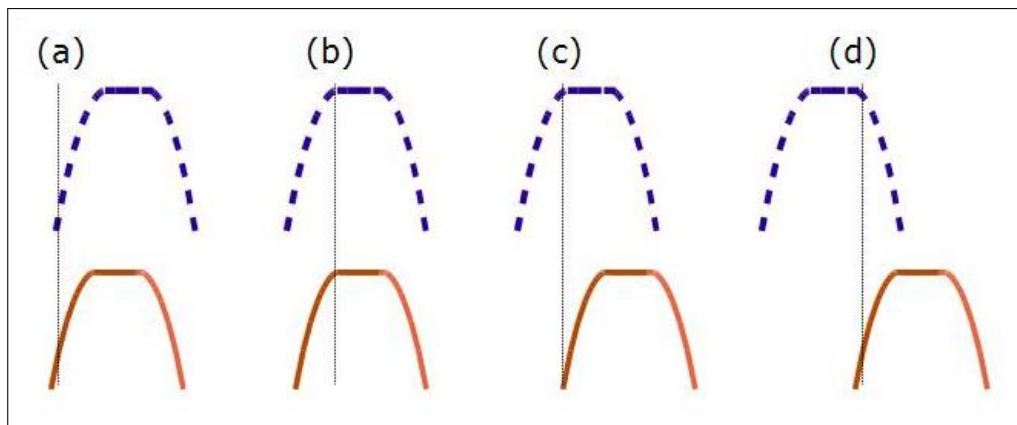


FIGURE 3 – Quatre exemples de couplage entre deux gestes

On distingue donc différents degrés de chevauchement qui peuvent être minimal, partiel ou complet. C'est grâce à cette spécification de l'organisation temporelle dès l'entrée lexicale que la Phonologie Articulatoire va pouvoir rendre compte des phénomènes phonologiques particuliers comme par exemple l'élision du schwa (comme dans l'exemple suivant : /samedi/ → [samdi]) .

Pour la Phonologie Articulatoire, le schwa ne disparaît à aucun niveau de représentation. Le Geste associé est encodé au niveau phonologique et ne disparaît pas au niveau pho-

nétique, son apparente disparition ne serait que le produit du chevauchement des deux Gestes adjacents.

Il est important de noter qu'en phonologie articulatoire Gestes consonantiques et Gestes vocaliques sont envisagés comme deux couches fonctionnelles différentes. Cette séparation permet de rendre compte du fait que les articulations consonantiques sont superposées sur des articulations vocaliques continues (Ohman, 1966). Gestes consonantiques et vocaliques sont co-produits, et mis en phase les uns par rapport aux autres.

Une autre façon de conceptualiser le couplage entre deux (ou plusieurs) gestes fait appel à la notion de dominance (Löfqvist, 1990).

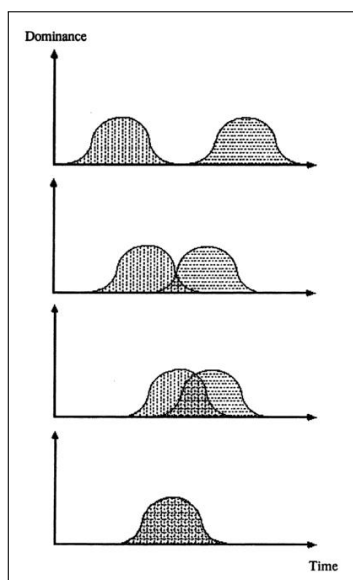


FIGURE 4 – Représentation de deux segments ayant une dominance différente à un instant t à l'intérieur du conduit vocal

Time runs along the x-axis, and the y-axis represents what can be called dominance. It shows how much the segment influences the vocal tract at any point in time, and thus represents the temporal evolution of the segment in the vocal tract (Löfqvist, 1990, p : 292).

4 Intégration de la liaison en phonologie articulatoire

Nous avons pu retenir, dans la section 2 de ce chapitre, que sont considérés comme Gestes articulatoires seuls les gestes distinctifs capables de créer du sens et ce grâce à trois types d'opposition :

- Par la présence ou non d'un Geste,
- par une différence de paramétrage dynamique entre deux Gestes ou
- par une différence d'organisation temporelle.

/ami/ et /tami/ sont donc deux mots lexicalement distincts car il existe un Geste « Pointe de la langue » présent en attaque du second mot, inexistant dans le premier.

Une consonne d'attaque est donc bel et bien définie comme un Geste en phonologie articulatoire. En est-il de même pour une consonne de liaison ?

4.1 La consonne de liaison est-elle un phonème ?

« Les oppositions phoniques qui dans la langue en question peuvent différencier des significations intellectuelles de deux mots, nous les nommerons des oppositions phonologiques distinctives ou phonèmes. » (Troubetskoï, Cantineau, & Prieto, 1976).

Or l'apparition d'une consonne de liaison résulte de la « survivance de quelques enchaînements de consonnes finales de l'ancien français lorsque toutes les consonnes finales que l'on écrivait étaient prononcées » (Delattre, 1947). Elle a donc un rôle essentiellement stylistique qui permet d'éviter le hiatus tout en mettant en exergue la cohésion entre deux mots¹².

L'apparition d'une consonne de liaison, normalement muette, devant un mot commen-

12. Bien que quelques auteurs confèrent à certaines consonnes obligatoires un rôle morphologique. La liaison en /z/, par exemple, joue le rôle de marqueur du pluriel à l'oral, tel que l'ont souligné Delattre (1947) ou encore Mallet (2008). Il semble en effet que le pluriel entraîne plus souvent la prononciation d'une consonne de liaison que le singulier dans un même contexte (lorsque le mot 1 se termine par un « s » au singulier).

çant par une voyelle n'est pas génératrice de sens. Elle correspond à un sandhi externe, un phénomène phonotactique faisant apparaître phonétiquement une consonne latente qui est réalisée ou non selon la nature vocalique ou consonantique du phonème qui suit. La consonne de liaison ne peut de ce fait être considérée comme un Geste en phonologie articulatoire.

Il existe donc une différence fondamentale entre consonne d'attaque et consonne de liaison puisque la première renvoie à un **G**este tandis que la seconde à un ensemble de **g**estes qui vont se regrouper afin de réaliser une tâche commune, la constriction .

4.2 Représentation de la liaison avec et sans enchaînement en phonologie articulatoire

L'intérêt principal du modèle d'Encrevé (1988) est sa capacité à rendre compte aussi bien de la liaison avec enchaînement que de la liaison sans enchaînement, soit la possibilité de prendre en compte l'ensemble des stratégies de segmentation syllabique.

Nous avons vu qu'en phonologie articulatoire les entrées lexicales étaient stockées sous forme de gestes et que le couplage entre gestes articulatoires était fixe et spécifié dès cette entrée.

Dans leur théorie, Browman et Goldstein (1986) précisent que les gestes employés dans un énoncé donné sont organisés, ou coordonnés, à l'intérieur de structures plus larges sans toutefois spécifier la largeur de ces structures. Ils mentionnent également, de manière raisonnable, que tous les énoncés ne sont pas encodés, qu'il existe des principes généraux qui définissent la façon dont un geste est couplé à un autre et que ces principes renvoient à l'aspect syntagmatique de la structure phonologique du langage.

Ainsi, en phonologie articulatoire, la réalisation (avec ou sans enchaînement) ou non de la liaison serait régie par une autorisation de couplage de la consonne, si bien entendu, celle-ci précède un contexte vocalique :

1. Liaison obligatoire :

- Dans le cas d’une consonne de liaison non-enchaînée : couplage autorisé avec V1 uniquement.
- Dans le cas d’une liaison resyllabée : couplage avec V1 **et** V2.

2. Liaison facultative : le locuteur aurait le choix d’effectuer le couplage ou non avec V1 ou V1 et V2.

Lorsque la consonne de liaison est suivie par une consonne, le couplage est tout simplement interdit, que ce soit avec la voyelle 1 ou la voyelle 2.

Pour retenir ce formalisme, la consonne de liaison doit donc être présente dès la représentation lexicale du mot mais flottante, en attente d’un couplage ou non.

Étant donné qu’en phonologie articulatoire l’unité phonologique est la même que l’unité d’action motrice dans la production de la parole, la différence d’encodage au niveau phonologique entre consonne de liaison et consonne d’attaque doit se refléter au niveau phonétique. Consonnes de liaison et consonnes d’attaque doivent adopter des caractéristiques articulatoires différentes.

Dans le cas d’un enchaînement, la consonne de liaison va « coupler » avec V1 et V2, tout comme la consonne d’attaque correspondante. Les articulateurs concernés lors de la production de la consonne de liaison vont se regrouper afin de réaliser la cible articulatoire mais n’étant pas encodés phonologiquement de la même façon (Geste versus gestes), ils vont présenter une organisation spatio-temporelle différente.

5 Hypothèses

Nous élaborons trois hypothèses concernant les différences de couplage entre consonne de liaison et consonne d’attaque. Toutes trois s’appuient sur l’idée de la durée moindre de la consonne de liaison par rapport à la consonne d’attaque : l’hypothèse *glissement à gauche*, l’hypothèse *glissement à droite* et l’hypothèse *raccourcissement*. La première implique un couplage plus étroit de la consonne de liaison avec le mot 1. La seconde, un couplage plus étroit avec le mot 2. La troisième suppose un couplage plus étroit de

la consonne de liaison avec les deux voyelles attenantes (par rapport à la consonne de référence, c'est-à-dire la consonne d'attaque).

5.1 Hypothèse 1 : glissement à gauche

La première hypothèse suggère que la consonne de liaison est couplée de manière plus étroite avec la voyelle précédente.

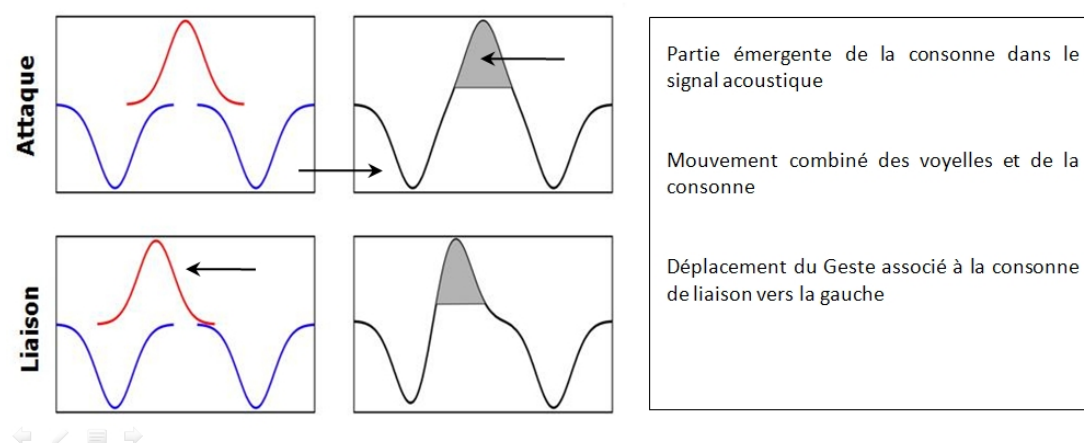


FIGURE 5 – Hypothèse 1 : glissement à gauche

Sur la figure 5, les deux courbes du haut représentent le cas que nous considérons comme celui de référence dans l'ensemble de ces expérimentations, c'est-à-dire la consonne en position attaque.

En haut, à gauche, sont représentés les « gestes sous-jacents », en bleu pour les voyelles, en rouge pour la consonne. L'axe vertical représente le degré d'ouverture de la cavité orale (en haut : fermé, en bas : ouvert). Chaque voyelle est donc associée à une courbe en forme de bassin, et la consonne à une courbe en forme de cloche. La consonne empiète partiellement sur la voyelle précédente et sur la voyelle suivante sur l'axe temporel conformément au principe de coarticulation.

En haut, à droite, on peut observer le fruit de la combinaison entre ces trois gestes. En d'autres termes, la courbe représente les mouvements d'ouverture et de fermeture du conduit vocal, sous l'influence combinée des voyelles et de la consonne. La zone grisée représente la partie émergente de la consonne dans le signal acoustique, correspondant à l'intervalle de temps durant lequel la consonne **domine** dans le signal.

En bas, à gauche, est représentée l'*hypothèse 1* selon laquelle la consonne de liaison se caractérise par un déplacement vers la gauche du geste correspondant, par rapport au geste associé à la consonne d'attaque. Le geste relatif à la consonne a la même forme et la même durée que dans le cas de référence. En revanche, la relation de phase entre la consonne et les voyelles attenantes a changé : la consonne débute plus tôt vis-à-vis de la voyelle précédente, et prend fin plus tôt vis-à-vis de la voyelle suivante.

Ce déplacement vers la gauche implique plusieurs conséquences (cf. figure 6) :

- Les mouvements d'ouverture et de fermeture sont à présent asymétriques : l'ouverture est plus rapide que la fermeture.
- L'intervalle I1¹³ entre les centres articutoires de la voyelle 1 et de la consonne est plus court en position liaison qu'en position attaque alors que l'intervalle I2 entre les centres articutoires de la consonne et de la voyelle 2 s'est allongé.

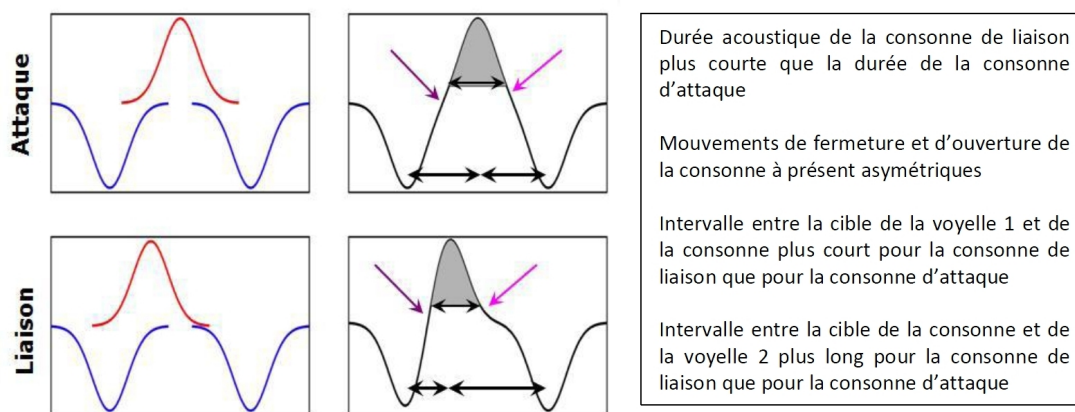


FIGURE 6 – Conséquences de l'hypothèse 1 : glissement à gauche

13. Nous reviendrons plus en détail sur la définition des intervalles I1 et I2 dans le chapitre qui suit

5.2 Hypothèse 2 : glissement à droite

Comme pour l'hypothèse 1, ce déplacement vers la droite entraîne les conséquences suivantes :

- Les mouvements d'ouverture et de fermeture présentent une asymétrie : l'ouverture est moins rapide que la fermeture.
- L'intervalle I1 entre les centres articulatoires de la voyelle 1 et de la consonne est plus long en position liaison qu'en position attaque alors que l'intervalle I2 entre les centres articulatoires de la consonne et de la voyelle 2 s'est raccourci.

5.3 Hypothèse 3 : raccourcissement

Notre *hypothèse 3* suppose que le couplage de la consonne de liaison avec les voyelles adjacentes est plus étroit que celui présenté par la consonne d'attaque.

Cette troisième hypothèse implique que :

- Les mouvements d'ouverture et de fermeture restent symétriques.
- Les intervalles I1 et I2 sont tous les deux plus courts pour la liaison que pour l'attaque.

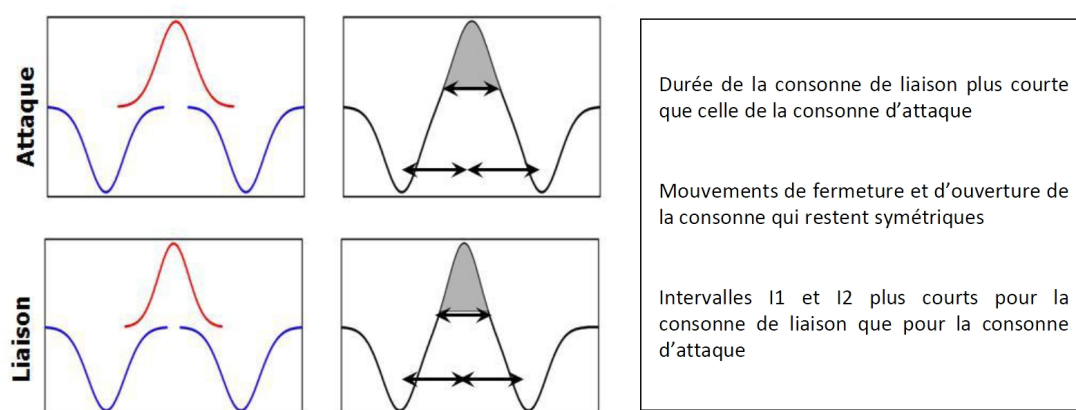


FIGURE 7 – Hypothèse 2 : raccourcissement

5.4 Mise à l'épreuve du modèle

Nous proposons dans le chapitre 3 d'élaborer une méthodologie expérimentale novatrice permettant de vérifier si les assertions formulées par la phonologie articulatoire trouvent une réalité en comparant le couplage articulatoire présenté par les consonnes de liaison et les consonnes d'attaque avec les voyelles attenantes.

EXPÉRIENCE PILOTE 1 : CARACTÉRISTIQUES ARTICULATOIRES DES CONSONNES DE LIAISON /z/, /n/ ET /t/

1 Matériel

1.1 Les corpus utilisés

Dans cette première expérience, trois corpus ont été utilisés¹⁴. Les deux premiers, Népal et Zébu, sont repris de l'expérience menée par Nguyen et al. (2007). Le troisième, Téléphone, a été monté par nos soins en respectant les consignes imposées par les deux premiers :

- Le corpus Népal qui teste la consonne /n/,
- le corpus Zébu qui teste la consonne /z/,
- et le corpus Téléphone qui teste la consonne /t/.

1.2 Les différentes positions étudiées

Deux positions ont été étudiées. Il s'agit des positions attaque [1] et liaison [2] comme dans l'exemple suivant :

[1] Ils sont allés en plein **Népal** pour effectuer ce reportage.

[2] Il a stoppé en plein élan quand le juge a levé le drapeau.

Dans ces corpus, la consonne de liaison apparaît dans des contextes qui rendent sa prononciation obligatoire¹⁵ : déterminant + nom (e.g. *un* [n] *auteur*), adjectif + nom (e.g.

14. pour consulter les corpus dans leur intégralité, se reporter aux annexes 1,2 et 3 à la page 139

15. D'après la classification de Delattre (1966).

jeune [n] *agent*), après un adverbe monosyllabique (e.g. *très* [z] *ému*), et après une préposition monosyllabique (e.g. *en* [n] *Asie*).

1.3 Nombre de syllabes et rang d'apparition de la consonne cible

Dans ces deux corpus, nous avons tenté d'unifier le nombre de syllabes et le rang d'apparition de la consonne cible afin de contrôler la prosodie lors de la production de chaque phrase. Les contraintes liées à la construction du corpus étant sévères, cela n'a pas toujours été évident ¹⁶.

Corpus	Nombre de syllabes	Rang d'apparition de la consonne cible
Népal	$M = 14.2, s.d. = 1.3$	$M = 4.7, s.d. = 1$
Zébu	$M = 12.6, s.d. = 1.1$	$M = 4.2, s.d. = 1$
Téléphone	$M = 13.7, s.d. = 1.3$	$M = 4.9, s.d. = 1.7$

TABLE 10 – Nombre de syllabes et rang d'apparition de la consonne cible, moyenne (M) et écart-type ($s.d.$)

1.4 Neutralisation du contexte phonétique

La principale contrainte imposée pour la construction de ces corpus était la neutralisation du contexte phonétique ; c'est-à-dire que nous avons tenté de faire en sorte que les voyelles attenantes à la consonne cible soit les mêmes à l'intérieur de chacun des groupes afin que les caractéristiques propres à la consonne cible ne soient pas influencées par des effets liés à la coarticulation. Par exemple, en considérant le groupe 6 du corpus zébu (cf. page 141), on peut remarquer qu'il présente une séquence $V1-C-V2$ similaire pour chacune des phrases présentes dans ce groupe. Si cela n'était pas possible, les voyelles différaient l'une de l'autre d'un trait distinctif maximum (cf. table 4 page 17 pour un aperçu de la

16. L'environnement phonétique de la consonne cible devant être le même à l'intérieur de chaque groupe (condition jugée la plus importante), il était difficile de trouver des mots qui respectent à la fois les contraintes syntaxique et syllabique.

matrice des traits distinctifs).

2 Locuteurs

Le nombre de locuteurs est donné par corpus :

- Corpus Népal et Zébu : deux locuteurs, une femme et un homme, ont participé à l'enregistrement de ces corpus. Les locuteurs seront présentés sous l'appellation IM et YM.
- Corpus Téléphone : seule la locutrice IM a enregistré ce corpus.

Quel que soit le corpus, les locuteurs étaient tous de langue maternelle française et ne présentaient aucun trouble de la production. Bien que résidant dans le sud de la France, les locuteurs ne produisaient pas les schwas finaux comme c'est le cas en français méridional.

3 Méthode utilisée

3.1 Procédure

L'expérience ne présentait pas de phase d'entraînement. Le locuteur devait produire une série de 5 répétitions des phrases composant le corpus.

Les phrases à produire étaient présentées à l'écran d'un ordinateur dans un ordre aléatoire mais reposant sur des critères spécifiques afin de « casser » les groupes et de les mélanger pour que les sujets n'élaborent pas de stratégies de déduction et que les résultats ne soient pas influencés par l'effet de fatigue.

Nous avons ainsi éliminé les suites de phrases possédant les mêmes voyelles d'appui (c'est-à-dire les phrases appartenant au même groupe) et celles où la consonne cible apparaissait dans une position identique (début, fin, milieu de mot, liaison et finale absolue lorsque celle-ci était présente au sein du corpus).

Grâce à cette méthode, cinq listes ont été créées pour chaque sujet de façon à ce que la totalité des stimuli aient été prononcée cinq fois. Enfin, une pause a été placée au début de chacune des cinq listes afin que le sujet puisse se reposer et permettre à l'ordinateur

de numériser le signal.

La commande d’affichage de chaque phrase est donnée par l’expérimentateur. A chaque nouvelle phrase affichée, le sujet doit tout d’abord la lire une première fois en silence puis la prononcer à haute voix.

3.2 Obtention des données acoustiques et articulatoires

L’acquisition des données acoustiques et articulatoires a été réalisée au Centre Hospitalier d’Aix-En-Provence¹⁷ dans un local calme où nous avons effectué au préalable des enregistrements du silence afin de détecter d’éventuels bruits qui auraient pu parasiter l’enregistrement de notre corpus.

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 à une fréquence d’échantillonnage de 22050 Hz.

4 L’électropalatographie dynamique

4.1 Présentation de la technique EPG

L’*ElectroPalatoGraphie* dynamique (EPG par la suite) ou palatométrie est une technique qui permet d’enregistrer le contact linguopalatal de manière dynamique dans les plans coronal et sagittal¹⁸ (Hardcastle, Morgan Barry, & Nunn, 1989).

Pour ce faire, un palais artificiel de type orthodontique (cf. figure 8 page 71) couvert d’électrodes est placé dans la bouche du locuteur. Ce dernier peut être soit réalisé individuellement pour chaque sujet à partir d’une empreinte buccale (le cas, ici présent) soit uniforme pour chacun des sujets participant à l’expérience avec l’emploi d’un palais de

17. Dans lequel le Laboratoire Parole et Langage possède des locaux possédant un équipement nécessaire pour effectuer de l’électropalatographie dynamique, technique que nous présentons plus en détail dans la section 4.

18. Pour une étude plus détaillée, les lecteurs intéressés sont renvoyés au tutorial de Byrd (1994) : « Palatogram reading as a phonetic skill : a short tutorial » ainsi qu’à Marchal (1988) : « La palatographie ».

taille standard.



FIGURE 8 – Palatographe Reading utilisé durant l'expérience

Un courant électrique de bas voltage est envoyé dans le corps du sujet au moyen d'une électrode corporelle externe. Celle-ci constitue un pôle du circuit dont les électrodes du palais constituent l'autre. La langue agit alors comme un commutateur. Lorsqu'elle touche une électrode, le circuit est fermé et le contact est détecté grâce au passage du courant (Meynadier, 2003). Le palais est relié à un ordinateur qui enregistre les contacts de la langue sur les électrodes et transmet l'information sur un diagramme (cf. figure 9) permettant de visualiser l'arrangement des électrodes sur le palais et d'indiquer le contact ou le non-contact de chacune des électrodes.

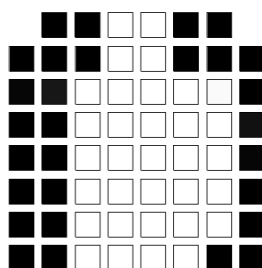


FIGURE 9 – Diagramme de contrôle informatique montrant en noir les électrodes contactées

La technique EPG n'est pas standardisée, en effet l'arrangement des électrodes sur le

palais, le palatographe utilisé ou encore la vitesse d'échantillonnage peuvent varier d'une expérience à l'autre. Il convient de ce fait de préciser le modèle de palatographe et les caractéristiques du palais utilisés durant l'analyse articulatoire. Dans cette étude, le palatographe Reading est utilisé. Ce palais artificiel est fabriqué en résine acrylique d'une épaisseur d'environ 1 mm réalisée à partir d'une empreinte du palais de chaque sujet participant à l'expérience. Il est moulé de façon à couvrir tout le palais dur du sujet et les surfaces internes et externes des molaires et des incisives. Le palais utilisé durant l'expérience comprend 62 électrodes implantées dans la résine. Informatiquement, il est donc constitué de 62 positions qui peuvent prendre les valeurs 0 ou 1 selon que les électrodes sont contactées ou non. Les électrodes se distribuent sur le palais sur 8 lignes parallèles, perpendiculaires à l'axe sagittale. La ligne la plus antérieure est composée de 6 électrodes tandis que les autres comportent 8 électrodes. La concentration des électrodes est plus grande dans la région antérieure (alvéolaire pré-palatale) et sur les bords latéraux. L'écart entre les électrodes varie en fonction de leur localisation sur le palais et de la morphologie du sujet (cf. figure 10). Le palatographe Reading scanne le palais avec une fréquence d'échantillonnage de 200 Hz, la durée de balayage complet des 62 électrodes est donc de 5 millisecondes. Une image palatographique est ainsi obtenue toutes les 5 millisecondes.

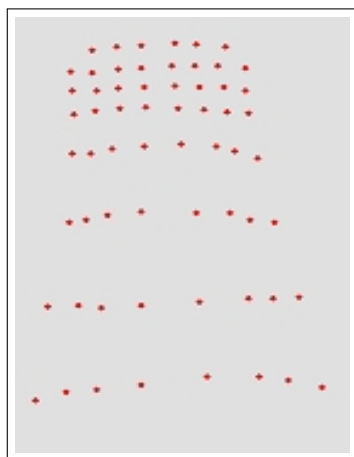


FIGURE 10 – Distribution des électrodes sur le palais

4.2 Avantages et inconvénients induits par l'EPG

L'électropalatographie dynamique présente un certain nombre d'avantages.

Tout d'abord, cette technique ne présente pas de risques pour le sujet, contrairement à l'analyse aux rayons X. La radiocinématographie, en effet, demande une utilisation prudente quant aux temps d'exposition aux rayons qui peuvent s'avérer dangereux à la longue. Cette technique est de ce fait exclue pour les études menées auprès des enfants. L'EPG est aussi peu intrusive dans le sens où le palais artificiel offre une contrainte minimale pour le sujet. Au bout d'une période de quinze minutes d'adaptation, le locuteur semble ne plus ressentir la gêne occasionnée par le port du palatographe.

Elle offre également la possibilité de faire des enregistrements en plusieurs sessions puisque la disposition des électrodes sur le palais reste inchangée pour chaque sujet d'un enregistrement à l'autre. Nous pensons toutefois que l'EPG ne peut être utilisée pour des études longitudinales car la dentition d'une personne évolue avec les années. Le palais devrait alors être refait et il n'existerait plus de correspondance stricte avec les données recueillies auparavant.

Enfin, l'intérêt principal que présente l'EPG réside dans le fait qu'elle fournit des données de deux types : des données spatiales et des données temporelles, concernant toutes deux l'articulation linguale. Ainsi, contrairement à l'électropalatographie statique, l'électropalatographie dynamique permet non seulement de visualiser le lieu d'articulation du son mais aussi de suivre l'évolution de l'articulation linguale dans le temps.

Au niveau spatial, la répartition des contacts palatographiques témoigne du lieu mais aussi du mode d'articulation. Sur le plan sagittal (cf. figure 14 page 80), la zone EPG où le contact est maximal détermine le lieu d'articulation. A partir de cette information, il est possible par inférence de déterminer la partie de la langue impliquée dans la réalisation du mouvement : « aux lieux alvéolaire et post-alvéolaire correspondent respectivement un geste coronal (apex/lame de la langue) et aux lieux palatal et pré-vélaire un geste pré-, médio- ou post-dorsal (corps/dos de la langue) » (Meynadier, 2003).

Le mode d'articulation quant à lui est déterminé par l'étendue du contact linguopalatal sur le plan coronal (cf. figure 14 page 80). En effet, plus les contacts EPG se rapprochent

le long de l'axe médian du palais, plus on peut considérer que la constriction linguopalatale est étroite et donc fermée (jusqu'à l'occlusion totale de la cavité orale). Le nombre d'électrodes contactées renseigne également sur la force d'articulation. Le degré de tension des consonnes est également corrélé au facteur temporel : plus la tenue de la constriction est longue, plus la consonne sera réalisée avec intensité.

Au niveau temporel également, l'EPG permet d'identifier à quel moment la langue entre en contact avec le palais et de suivre le mouvement jusqu'à que ce dernier soit achevé. Même si l'électropalatographie ne permet pas de savoir à quel moment le mouvement de la langue débute ou finit puisque les informations obtenues grâce à cette technique ne commencent qu'à partir du moment où la langue est suffisamment élevée pour entrer en contact avec le palais, cette technique permet de déterminer avec précision trois phases principales dans la réalisation d'une consonne : (1) *phase de mise en place de la consonne*, (2) *tenue de la consonne* et (3) *phase de relâchement de la consonne* (se reporter à la section 5.2.2 page 79 pour la description articulatoire des ces phases).

L'électropalatographie dynamique est donc une technique instrumentale de premier choix pour étudier le niveau articulatoire au niveau linguopalatal et la façon dont sont couplées les unités de la chaîne parlée. On peut cependant dire que cette méthode est victime de son propre succès.

En permettant l'accès à de telles informations, l'intrusion du palais dur engendre nécessairement la modification de la cavité buccale. Même minime, l'abaissement du palais, de 1 à 1.5 mm (épaisseur du palatographe), impose des compensations articulatoires qui faussent les données ainsi recueillies. Cette intrusion supprime également le feed-back sensoriel renvoyé par la muqueuse palatine. Les sensations linguopalatales sont alors réduites aux seules informations sensibles de la langue.

De façon plus « terre à terre », un palatographe coûte cher et limite par conséquent le nombre de sujets. Dans notre étude, seulement deux locuteurs ont pu enregistrer les corpus Népal et Zébu. Qui plus est, un locuteur s'est trouvé dans l'obligation de subir une chirurgie orthodontique, ce qui ne nous a laissé plus qu'un sujet pour l'enregistrement

du corpus Téléphone.

Au niveau des données recueillies, l'EPG n'offre qu'une fenêtre articulatoire réduite au vu de la multitude de possibilités articulatoires.

Par exemple, le palais mou est exclu de la surface couverte par le palais artificiel qui se limite au palais dur. Ceci pose problème quant aux informations relatives à l'articulation des sons postérieurs (c'est pour cette raison que nous n'avons pas utilisé la technique électropalatographique sur le corpus Ralliement. Le son /r/ étant un son postérieur, le palais utilisé ne nous permettait pas d'obtenir des informations relatives à sa production). De même, la technique EPG ne fournit aucune donnée sur la production des consonnes labiales et uvulaires (et il en va de soi, sur les consonnes pharyngales et glottales). Enfin, les voyelles étant réalisées de manière plus ouvertes que les consonnes, l'EPG n'offre que très peu d'information quant à l'articulation de celles-ci.

Pour finir, aucune information directe sur les caractéristiques cinématiques de la langue (vélocité, déplacement, ...) n'est fournie par cette technique. Le recours à un logiciel de calcul est donc indispensable pour traiter un tel type d'informations.

5 Analyses acoustiques et articulatoires menées sur les corpus

5.1 Items écartés de l'analyse

Pour les résultats de l'expérience, seules ont été retenues au premier abord les phrases ne présentant pas de problème d'enregistrement. Puis, un second tri a été effectué. Les phrases contenant un « mauvais phrasé » (reprise, cafouillage, etc.), notamment ceux précédents la consonne cible, ont été éliminées.

5.2 Étiquetage des items

Un premier étiquetage, portant sur les données acoustiques, a été effectué sous le logiciel Praat (Boersma & Weenink, 2010) ; un deuxième étiquetage a été mené sur les données de nature articulatoire sous le logiciel Matlab. Nous nous attarderons sur la description de l'étiquetage des items puisque cette tâche représente une part importante du travail

réalisé dans cette thèse¹⁹.

5.2.1 Étiquetage acoustique sous Praat

Avant de commencer cette section, nous souhaitons rappeler au lecteur que l'étiquetage acoustique constitue un exercice difficile. Difficile car segmenter revient à poser des frontières sur le signal de parole qui, paradoxalement, est de nature continue. Il semble évident de spécifier qu'une bonne segmentation repose sur une certaine régularité dans l'application des critères définis a priori. Cependant, nous avons été dans l'obligation dans certains cas de nous fier à notre seule « oreille », le chevauchement des caractéristiques acoustiques que présentent deux segments contigus ne permettant pas toujours d'identifier une frontière de manière claire.

Quatre marqueurs ont été posés :

- Marqueur 1 : début de la voyelle 1.
- Marqueur 2 : fin de la voyelle 1 / début de la consonne cible.
- Marqueur 3 : fin de la consonne cible / début de la voyelle 2.
- Marqueur 4 : fin de la voyelle 2.

Pour le corpus Téléphone, un marqueur de plus a été posé correspondant au burst, c'est-à-dire à la barre d'explosion présente dans le spectrogramme lors de la libération d'énergie correspondant au relâchement de la consonne /t/.

Critères d'étiquetage de la consonne /n/. —

La consonne nasale fait partie d'une part de la classe des sonantes et se caractérise de ce fait par une structure formantique. Ce sont donc des consonnes à formants qui ne présentent pas de bruit. D'autre part, /n/ entre également dans la classe des occlusives dans la mesure où une occlusion totale se forme dans le conduit vocal au niveau de la zone alvéolaire. Cependant, et contrairement aux autres occlusives non-nasales où la barre d'explosion est très marquée sur le spectrogramme, l'explosion est ici extrêmement brève

19. Plus de 3000 marqueurs ont été posés sous Praat et sous Matlab, tous corpus confondus dans l'ensemble de cette thèse.

et de très faible amplitude, voire dans de très rares cas, inexistante. Au niveau spectrographique encore, /n/ est avant tout reconnaissable par la présence d’anti-formants dus au couplage des cavités orale et nasale ainsi que par les transitions formantiques quasi-discontinues qu’elle entretient avec les voyelles attenantes. Enfin, /n/ se distingue de par la forme de l’onde acoustique qui lui est associée avec une très faible densité de passages par zéros.

Pour étiqueter la consonne /n/ (cf. figure 11), nous avons affiché le spectrogramme à une fréquence de 5000 Hz. Le marqueur 2 est posé sur la dernière vibration de la voyelle 1 et au début de la présence d’anti-formants. Le marqueur 3 est placé juste après la barre d’explosion quand celle-ci était présente sur le spectrogramme. Lorsque celle-ci était absente, le marqueur 3 a été posé sur la première vibration relative à la voyelle 2 ,juste après la présence d’anti-formants. D’une manière générale, nous nous sommes également appuyée sur l’uniformité de l’onde sonore ainsi que sur la valeur des pics de l’onde sonore de la consonne par rapport à celle des voyelles (généralement plus faible pour la consonne que pour les voyelles).

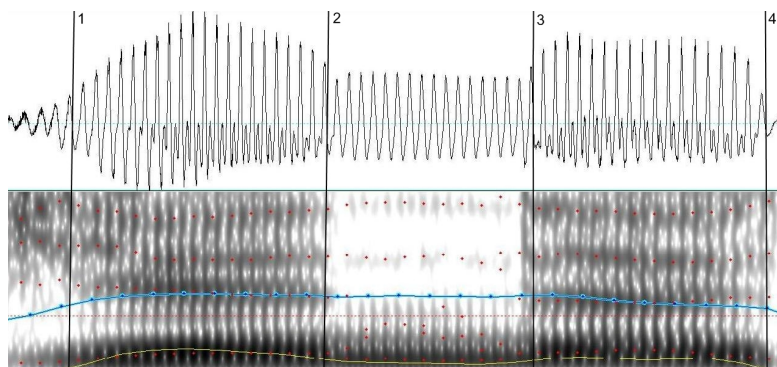


FIGURE 11 – Un exemple d’étiquetage de la consonne /n/ sous Praat : [œna] de la séquence « dépasse un [n] nageur »

Critères d’étiquetage de la consonne /z/. —

La consonne /z/ est une fricative voisée alvéolaire. En spectrographie, de nombreux indices nous permettent de segmenter cette consonne, les principaux étant la présence de

bruit et de voisement. Ce bruit produit par la turbulence de l'air est visible entre 4 à 8 kHz environ (Calliope, 1989).

Pour mener à bien la segmentation (cf. figure 12), nous avons donc affiché le spectrogramme à une fréquence de 8000 Hz. La consonne étant voisée, nous pouvons remarquer la présence d'une barre de voisement qui présente cependant une intensité moindre par rapport à celle des voyelles.

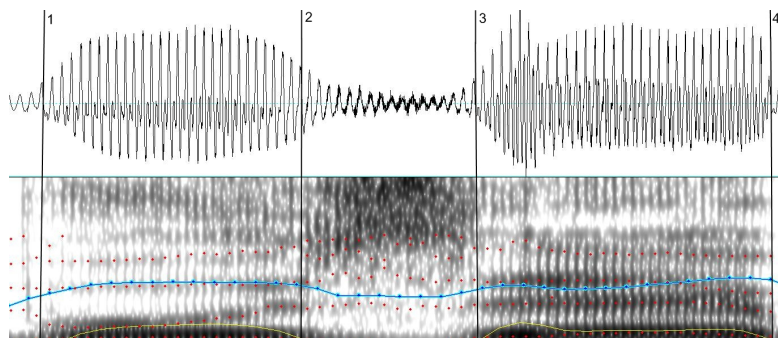


FIGURE 12 – Un exemple d'étiquetage de la consonne /z/ sous Praat : [ozε] de la séquence « beaux [z] zèbres »

Critères d'étiquetage de la consonne /t/. —

C'est sûrement la consonne /t/ qui nous aura posé le moins de difficultés dans cet exercice d'étiquetage. Consonne occlusive et sourde, /t/ se compose de trois événements acoustiques majeurs facilement identifiables : une zone de silence (puisque l'occlusion est complète à l'intérieur du conduit vocal), une barre d'explosion bien marquée sur le spectrogramme et un bruit de friction plus ou moins long.

Articulatoirement, la durée de la friction s'explique par le fait que la langue n'ayant qu'un faible chemin à parcourir pour atteindre la cible vocalique, la vitesse d'écartement des articulateurs sera faible et le chenal constrictif restera longtemps assez étroit pour provoquer une turbulence (Calliope, 1989, p : 92).

L'absence de voisement nous fournit également un bon indice pour déterminer l'endroit où poser la frontière.

Pour étiqueter la consonne /t/ (cf. figure 13), le spectrogramme est affiché à une fréquence de 7000 Hz. Le marqueur correspondant au début de la consonne /t/ a été placé sur le « zero crossing » de la dernière vibration résiduelle de la voyelle précédent la consonne cible. Le marqueur correspondant au burst a été placé sur le pic d'énergie correspondant au relâchement de l'occlusion labio-dentale. Lorsque deux pics étaient présents, nous avons systématiquement posé le marqueur sur le premier des deux. Enfin, le marqueur correspondant à la fin de la consonne cible a été placé à la fin de la zone de friction juste avant la première vibration de la voyelle suivante.

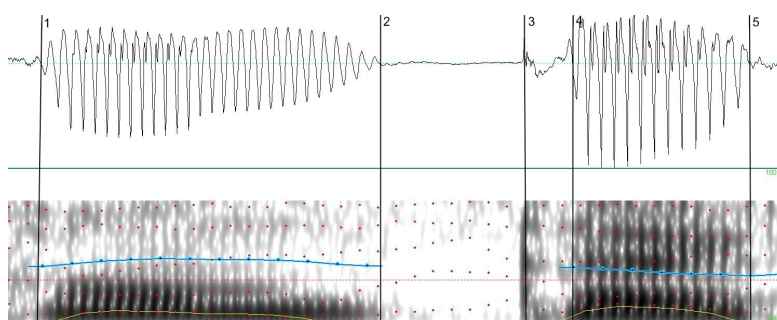


FIGURE 13 – Un exemple d'étiquetage de la consonne /t/ sous Praat : [ãta] de la séquence « enfants [t] taquins »

5.2.2 Étiquetage articulatoire sous Matlab

L'étiquetage articulatoire a été conduit dans l'environnement EMATools (Nguyen, 1998) développé sous Matlab. Cet environnement offre une boîte à outils utilisable pour visualiser, annoter et analyser des données kinématiques et acoustiques dans les études sur la production de la parole (Nguyen, 1998). Il permet, entre autres, d'afficher de nombreuses données sous la forme de courbes appelées « index ». La figure 14 représente les différents « index » des lieux d'articulation linguopalatale qu'il est possible d'afficher sous EMATools. Notons qu'il est possible, grâce à cet environnement, de visualiser, en plus du signal acoustique et des données électropalatographiques, différents paramètres dérivés de ces signaux d'origine tels que la vitesse (calculée en nombre de contacts par seconde) ou encore l'accélération des gestes linguopalataux, ...

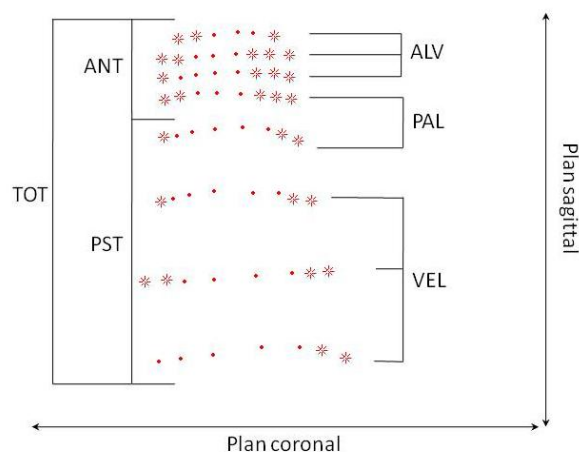


FIGURE 14 – EMATools permet d’afficher les courbes du nombre de contacts de la langue avec le palais de l’ensemble des index représentés ci-dessus sachant que *TOT*= totalité des électrodes, *ANT*= antérieur, *PST*= postérieur, *ALV*= alvéolaire, *PAL*= palatal et *VEL*= vélaire

L’étiquetage EPG, effectué pour l’expérience, a été conduit sur l’index *ALV* (pour *ALVéolaire*) qui permet d’afficher la courbe du nombre de contacts alvéolaires de la langue avec les électrodes des trois premières lignes du palais artificiel en fonction du temps. Les consonnes /z/ et /n/ étant toutes les deux des consonnes alvéolaires, le choix de cet index nous a semblé évident puisque c’était à cet endroit que nous étions le plus susceptible de trouver des différences significatives.

Corpus Zébu. —

Pour ce corpus, 4 marqueurs ont été placés sur le signal articulatoire :

- Marqueur 1 : début de l’augmentation du nombre de contacts dans la mise en place de la consonne cible.
- Marqueur 2 : début du plateau relatif à la tenue de la constriction.
- Marqueur 3 : fin du plateau relatif à la tenue de la constriction.
- Marqueur 4 : fin de la décroissance du nombre de contacts, c’est-à-dire fin du relâche-

ment de la consonne cible.

À noter que les marqueurs 2 et 3 ne correspondent pas forcément à la tenue maximale de la constriction (comme c'est le cas dans l'exemple qui suit). En effet, ce plateau présente dans la plupart des cas de notre corpus des microvariations. Ces marqueurs servent en fait à délimiter la zone où le script devait chercher de manière automatique le centre articulatoire de la consonne, tel qu'il est défini dans la section 7 page 83. Ce sont donc, contrairement à tous les autres marqueurs posés sur nos données, des marqueurs « pratiques » permettant le repérage automatique d'un paramètre d'étude.

Voici un exemple des marqueurs articulatoires tels qu'ils ont été placés sur la consonne cible /z/ appartenant à la séquence [noza] de la phrase : « On a revu nos amis le jour du réveillon » :

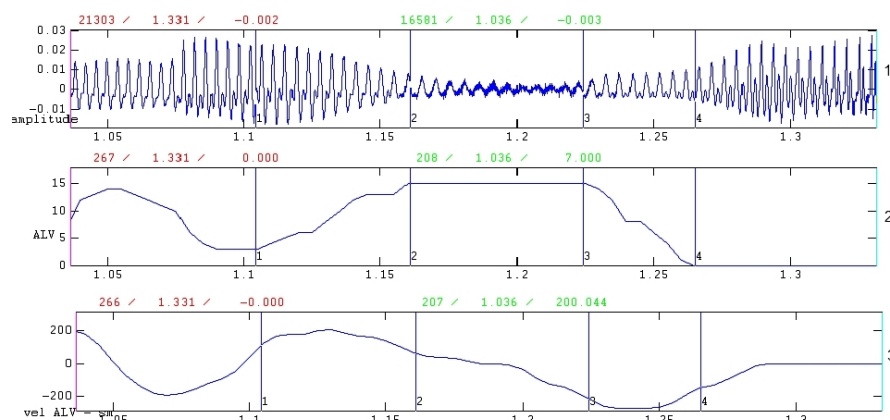


FIGURE 15 – Marqueurs posés dans l'environnement EMATools sur la consonne cible /z/ appartenant à la séquence [noza] de la phrase : « On a revu nos amis le jour du réveillon »

Les courbes correspondent (de haut en bas) :

- Courbe 1 : signal acoustique.
- Courbe 2 : index ALV = courbe montrant l'évolution du nombre de contacts de la langue dans la région ALVéolaire en fonction du temps.
- Courbe 3 : vitesse du mouvement exprimée en nombre de contacts par seconde.

Corpus Népal et Téléphone. —

Pour ces corpus, deux marqueurs supplémentaires ont été posés : un marqueur correspondant à l'instant t où l'air ne passe plus dans le conduit oral, c'est-à-dire le début de l'occlusion et un marqueur correspondant à l'instant t où l'occlusion est relâchée.

6 Résumé de l'étiquetage acoustique et articulatoire

Corpus	Nb de locuteurs	Nb de phrases par corpus	Nb de répétitions	Total d'items par corpus
Zébu	2 : IM et YM	12 groupes de 2 phrases	5	$2 \times (12 \times 2) \times 5 = 240$
Népal	2 : IM et YM	8 groupes de 2 phrases	5	$2 \times (8 \times 2) \times 5 = 160$
Téléphone	1 : IM	8 groupes de 2 phrases	5	$1 \times (8 \times 2) \times 5 = 80$

Corpus	Nombre de marqueurs posés sous Praat	Nombre de marqueurs posés sous Matlab	Nombre total de marqueurs posés sous chaque corpus
Zébu	4 : V1 C V2	4 : Mise en place de la consonne cible plateau Relâchement de la consonne cible	$(4+4) \times 240 = 1920$
Népal	4 : V1 C V2	6 : Mise en place de la consonne cible Début de l'occlusion plateau Fin de l'occlusion Relâchement de la consonne cible	$(4+6) \times 160 = 1600$
Téléphone	5 : V1 Burst C V2	6 : Mise en place de la consonne cible Début de l'occlusion Plateau Fin de l'occlusion Relâchement de la consonne cible	$(4+6) \times 80 = 800$ Soit un total de $1920 + 1600 + 800 = 4320$ marqueurs posés sur la totalité des corpus Népal, Zébu et Téléphone

TABLE 11 – Résumé de l'étiquetage acoustique (tableau 1) et articulatoire (tableau 2)

7 Analyse de la dynamique articulatoire

Avant toute chose, nous avons mesuré la durée D des consonnes cibles grâce aux marqueurs posés sous Praat. Nous souhaitons étudier cette variable tout d'abord pour confirmer les résultats obtenus par de précédentes études (Dejean De La Bâtie, 1993 ; Gaskell et al., 2002 ; Spinelli & Cutler, 2003 ; Coquillon & Astésano, 2008). Ensuite, nous souhaitons être certaine que les hypothèses mentionnées dans la section 5 page 61 se basaient sur une exactitude.

Notre analyse a été conduite en **deux** temps :

(1) Grâce aux marqueurs posés sous Praat, 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 des marqueurs 1 et 2 (pour la voyelle 1) et 3 et 4 (pour la voyelle 2). Nous pensons que ce point caractérise la phase articulatoire la plus stable de la voyelle.

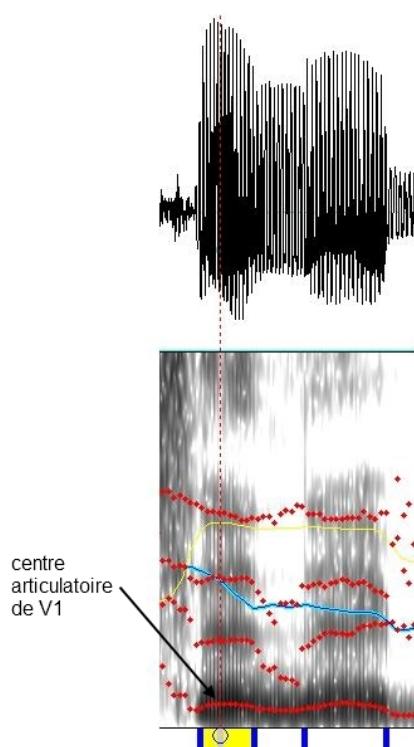


FIGURE 16 – Centre articulatoire de la voyelle 1

(2) Grâce aux marqueurs délimitant le plateau lié à la constriction/occlusion, posés sous Matlab, nous avons identifié le centre articulaire de la consonne comme le point caractérisé par le nombre le plus élevé de contacts linguopalataux dans la région alvéolaire du palais artificiel. Si le plateau correspondant à la tenue de la constriction ne présentait pas de maximum, le centre articulaire de la consonne a été assimilé au centre du plateau. A partir de ces trois positions (cf. lignes en pointillées 1, 2 et 3, figure 18), nous avons mesuré l'intervalle temporel 1 (I1) entre le centre articulaire de la voyelle 1 et celui de la consonne et l'intervalle temporel 2 (I2) entre le centre articulaire de la consonne et celui de la voyelle 2.

Nous justifions le choix de ce paramètre par l'analyse des figures 3 et 4 pages 58 qui montrent bien que plus un geste est couplé avec un autre plus leurs centres articulaires associés sont rapprochés dans la durée. Ce paramètre semble donc extrêmement intéressant pour déterminer s'il existe des différences de couplage entre les deux consonnes avec les voyelles attenantes.

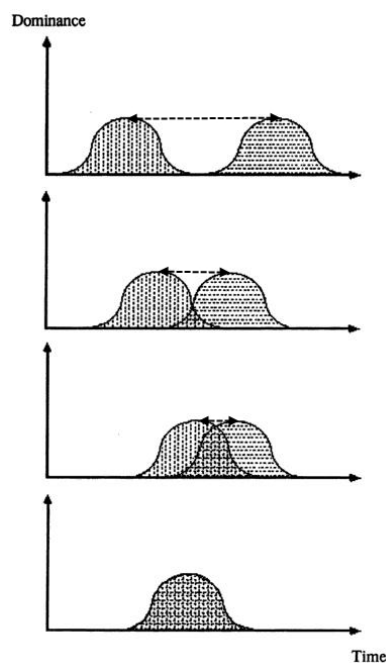


FIGURE 17 – Plus deux gestes sont couplés de manière étroite, plus leurs centres articulaires associés sont rapprochés dans la durée

Nous avons également déterminé deux mesures de vitesse : la première concerne le pic de vitesse maximale *PV1* 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 maximale *PV2* 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.

Ce paramètre nous permettra de comparer la vitesse des mouvements d'ouverture et de fermeture des consonnes cibles.

En plus de ces paramètres d'analyse, nous avons cherché à déterminer s'il existait des différences dans le degré de constriction entre consonne de liaison et consonne d'attaque. Pour ce faire, nous avons relevé le nombre maximal de contacts *MC* dans la zone alvéolaire pour chaque type de consonne. Ce paramètre correspond au centre articulatoire de la consonne tel qu'il a été explicité ci-dessus. Ce paramètre nous permettra de déterminer le degré de constriction que présente chaque consonne.

Pour les corpus Népal et Téléphone, nous avons également mesuré la tenue de l'occlusion *TO* qui mesure le temps durant lequel l'air ne s'écoule plus dans le tractus vocal.

Nous n'avons pas étudié ce paramètre pour le corpus Zébu puisqu'étant une fricative, l'air ne cesse jamais de s'écouler. Il était donc impossible de délimiter cette phase pour cette consonne.

Pour le corpus Téléphone exclusivement, nous avons également calculé la durée de l'occlusion *DO* entre les marqueurs 2 et 3 posés sous Praat (à ne pas confondre avec le paramètre *TO* qui mesure la tenue de l'occlusion alvéolaire au niveau articulatoire). Enfin, nous avons mesuré la durée *DVOT* du Voice Onset Time. Cette durée a été mesurée entre les marqueurs 3 et 4 posés sous Praat, c'est-à-dire du burst jusqu'à la mise en vibration des cordes vocales.

Pour résumer, les paramètres étudiés sont :

- La durée D de la consonne cible.
- La durée de l'occlusion DO et la durée du VOT $DVOT$ pour le corpus Téléphone.
- Les intervalles de temps entre les centres articutoires des voyelles et de la consonne $I1$ et $I2$.
- Le pic de vitesse maximale $PV1$ durant la mise en place de la consonne et le pic de vitesse maximale $PV2$ durant le relâchement de la consonne.
- Le nombre maximal de contacts MC dans la zone alvéolaire.
- La tenue de l'occlusion TO pour les corpus Népal et Téléphone exclusivement.

Ces paramètres sont représentés dans la figure 18. Les lignes verticales 1,2 et 3 en pointillés renvoient respectivement aux centres articutoires de la voyelle 1, de la consonne et de la voyelle 2.

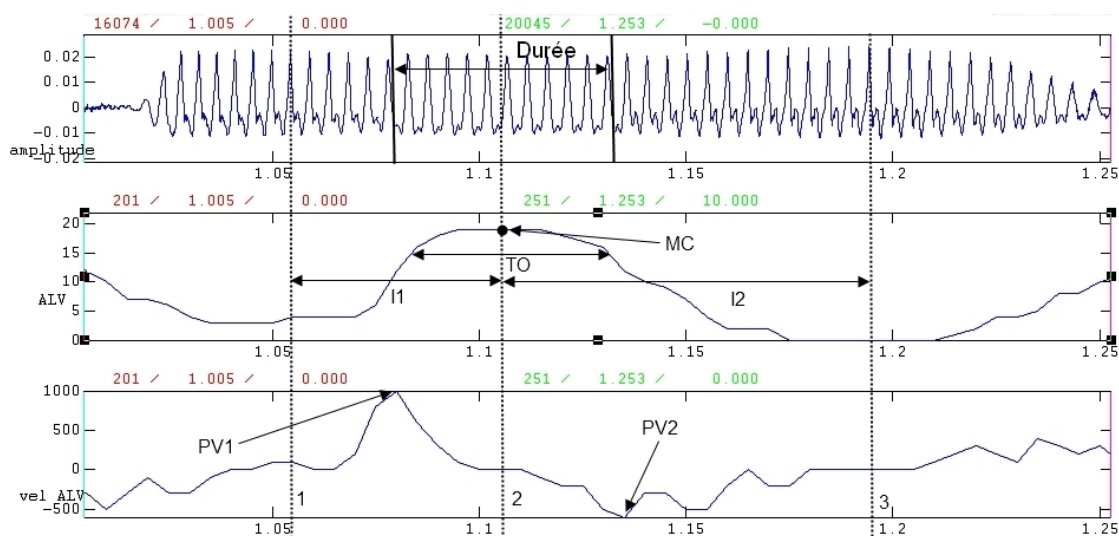


FIGURE 18 – Représentation des paramètres d'étude pour le corpus Népal, - TO pour le corpus Zébu, + DO et DVOT pour le corpus Téléphone

1 Analyse statistique

Nous avons choisi de représenter nos données grâce à des « boîtes à moustache », traduction française de *Box & Whiskers Plot*, invention de Tukey (1977) pour donner au lecteur un aperçu schématique de la distribution de nos différentes variables (nos paramètres d'étude). Dans ce type de graphique, les 2 « moustaches » inférieure et supérieure délimitent les valeurs dites adjacentes qui sont déterminées à partir de l'écart interquartile ($Q3 - Q1$).

Si nous prenons la peine d'expliquer ceci, c'est qu'à la lecture de nos résultats, on s'apercevra que nos données présentent une forte variabilité. En fait, nous avons constaté que selon le groupe auquel appartenait la consonne cible, cette dernière présentait des variations pouvant aller du simple au double.

Rappelons que *intra-groupe*, le contexte phonétique a été contrôlé, les voyelles adjacentes aux consonnes cibles ne diffèrent au maximum que d'un trait au sein d'un même groupe. En revanche, le contexte *inter-groupe* diffère. On ne retrouve pas forcément le même contexte phonétique d'un groupe à l'autre. Ce fait a donc influencé le choix du modèle statistique que nous avons utilisé pour comparer nos différents paramètres en fonction de la position qu'occupait la consonne. De ce fait, afin de comparer les données recueillies pour chacune des consonnes cibles, nous avons inclus dans le modèle statistique le groupe de phrases comme un facteur influençant la comparaison de nos résultats.

De la même façon, le locuteur a également été inclus dans le modèle statistique comme effet fixe. En effet, avec si peu de locuteurs, nous ne prétendons pas avoir des données représentatives de la population. Nous qualifions donc nos statistiques de descriptives. Ainsi, à chaque fois que nous comparerons un paramètre et que nous trouverons une différence selon la position qu’occupe la consonne, nous sous-entendrons implicitement que cette différence est effective pour les locuteurs concernés.

Les analyses statistiques ont été effectuées grâce à l’environnement de travail R (R Development Core Team, 2006). Ces analyses consistent en une série de modèles de régressions linéaires multiples à effets mixtes (Linear Mixed effects Models, LMM).

Pour l’analyse statistique, nous avons construit des modèles linéaires à effets mixtes pour chacun des paramètres d’étude. Le modèle général employé dans l’analyse statistique utilise les paramètres d’étude comme variable dépendante, la position de la consonne et le locuteur comme facteur fixe et les groupes de phrases, comme nous l’avons justifié plus haut, comme variable aléatoire.

2 Durée des consonnes cibles

Les analyses suivantes portent sur la durée acoustique des consonnes cibles selon la position qu’elles occupent au sein de la phrase.

Nous avons choisi, contrairement à d’autres expériences, de présenter l’ensemble de nos résultats consonne par consonne afin d’examiner s’il existe des différences selon la nature des consonnes. Les consonnes /n/ et /z/ seront présentées ensemble puisqu’elles « interrogent » les mêmes locuteurs. Les résultats relatifs à la consonne /t/ seront présentés séparément.

Dans tous les cas, un résumé portant sur l’ensemble des consonnes est présenté à la fin de chaque groupement de paramètres (I1 et I2, PV1 et PV2, etc.).

2.1 Consonnes /n/ et /z/

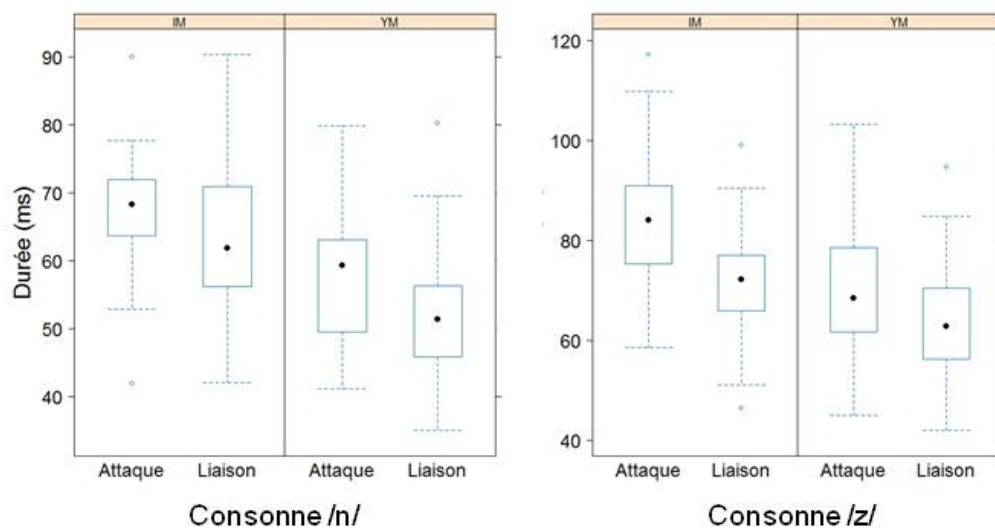


FIGURE 19 – Comparaison des distributions de la variable « Durée » en fonction de la position et des locuteurs - Consonnes /n/ et /z/

Locuteur	Position	Moyenne (ms)
IM	Attaque	67.53
	Liaison	63.12
YM	Attaque	57.20
	Liaison	52.36

TABLE 12 – Consonne /n/

Locuteur	Position	Moyenne (ms)
IM	Attaque	83.85
	Liaison	71.99
YM	Attaque	70.39
	Liaison	63.48

TABLE 13 – Consonne /z/

FIGURE 20 – Durées moyennes des consonnes cibles en fonction des locuteurs et des positions

Que ce soit pour la consonne /n/ ($\beta = -4.623$; $se = 1.290$; $t = -3.58$; $pMCMC < 0.001$) ou pour la consonne /z/ ($\beta = -9.382$; $se = 1.230$; $t = -7.63$; $pMCMC < 0.0001$), la position a un effet significatif sur la variable dépendante « durée ».

2.2 Durées acoustiques de la consonne /t/

2.2.1 Durée de la consonne

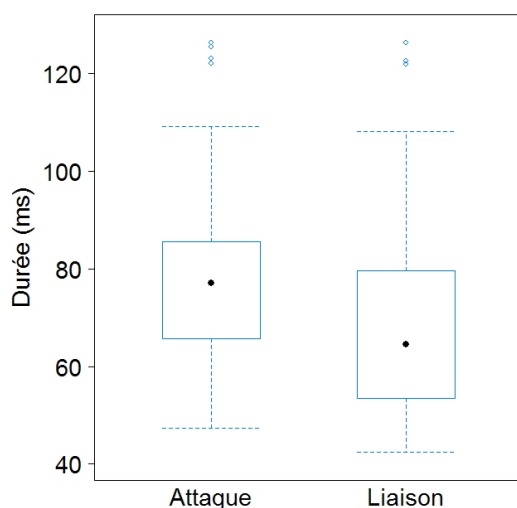


FIGURE 21 – Comparaison des distributions de la variable « Durée » en fonction de la position - Consonne /t/

	Moyenne (ms)
Attaque	79,39
Liaison	70,58

TABLE 14 – Durée moyenne de la consonne cible en fonction de sa position

La consonne /t/ placée en position liaison est plus courte que ne l'est la consonne d'attaque correspondante ($\beta = -8.807$; $se = 2.261$; $t = -3.895$; $pMCMC < 0.001$).

Pour la consonne /t/ exclusivement, nous avons également mesuré la durée de la tenue de l'occlusion ainsi que celle du Voice Onset Time. Les résultats sont présentés dans les sections suivantes.

2.2.2 Durées d'Occlusion et du Voice Onset Time

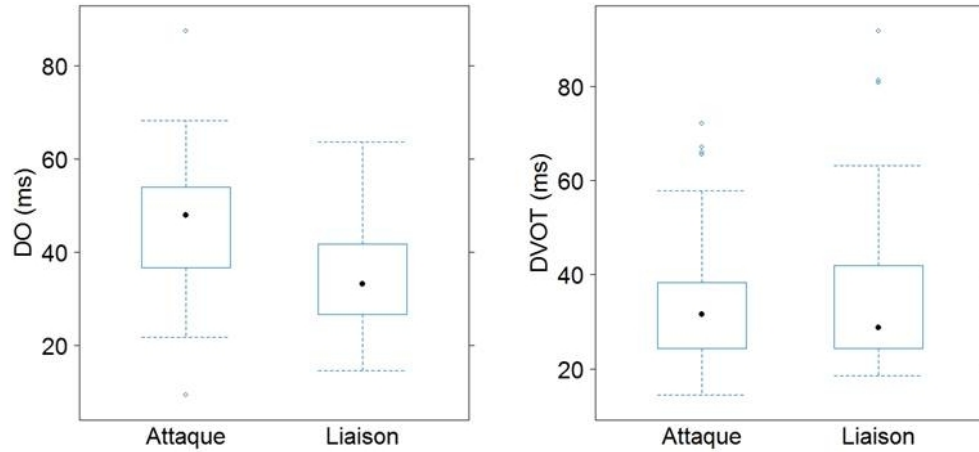


FIGURE 22 – Comparaison des distributions des variables « Tenue de l’occlusion » et « Durée du VOT » en fonction de la position - Consonne /t/

	Durée moyenne de l’occlusion (ms)	Durée moyenne du VOT (ms)
Attaque	45.32	34.07
Liaison	34.75	35.83

TABLE 15 – Durée moyenne de l’occlusion et du Voice Onset Time pour chaque position

La position a un effet significatif sur la variable dépendante « DO », la durée d’occlusion est en effet plus courte pour la consonne placée en position liaison que la consonne en position attaque ($\beta = -10.569$; $se = 2.456$; $t = -4.304$; $pMCMC < 0.001$). En revanche, nos résultats ne montrent aucune différence quant à la durée du Voice Onset Time.

Concernant le durée du VOT, nos résultats diffèrent de ceux trouvés dans l’étude de Dejean De La Bâtie (1993) qui avait relevé une différence minime de 4.5 ms entre les VOT présentés par les consonnes d’attaque et de liaison.

3 Intervalle temporel I1

3.1 Consonnes /n/ et /z/

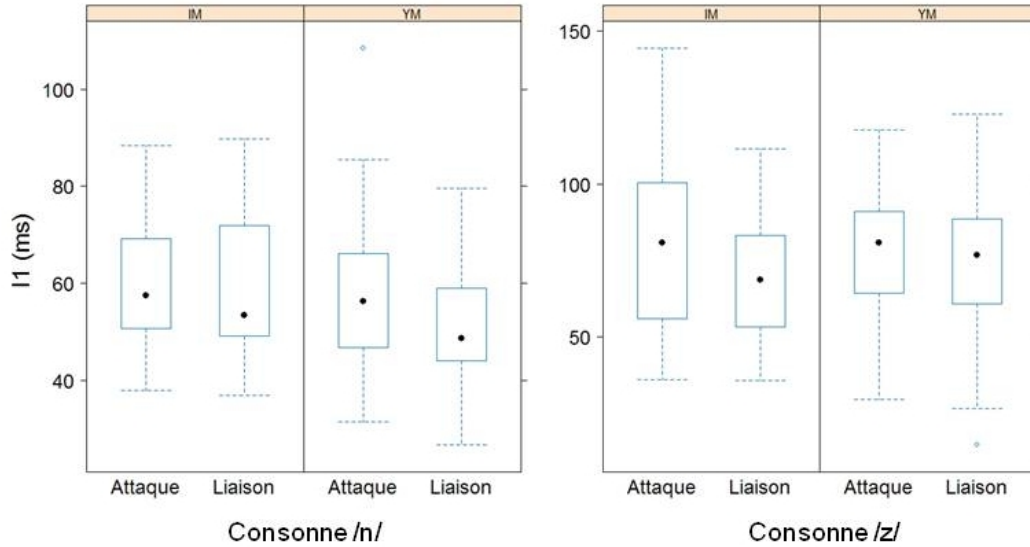


FIGURE 23 – Comparaison des distributions de la variable « Durée de l’intervalle I1 » en fonction de la position et des locuteurs - Consonnes /n/ et /z/

Locuteur	Position	Moyenne (ms)
IM	Attaque	59.35
	Liaison	59.10
YM	Attaque	58.20
	Liaison	50.67

TABLE 16 – Consonne /n/

Locuteur	Position	Moyenne (ms)
IM	Attaque	79.48
	Liaison	69.24
YM	Attaque	77.73
	Liaison	74.53

TABLE 17 – Consonne /z/

FIGURE 24 – Durées moyennes de l’intervalle I1 en fonction des locuteurs et des positions

Que ce soit pour /n/ ($\beta = -3.887$; $se = 1.905$; $t = -2.041$; $pMCMC < 0.05$) ou pour /z/ ($\beta = -6.72$; $se = 2.598$; $t = -2.586$; $pMCMC < 0.05$), l’effet de la position sur la durée de l’intervalle I1 se montre marginalement significatif.

3.2 Consonne /t/

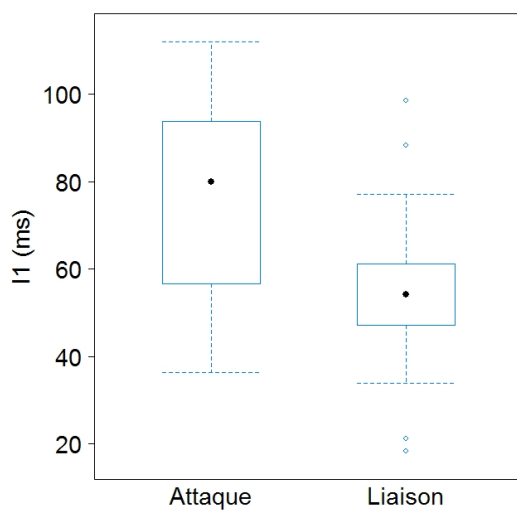


FIGURE 25 – Durées (en ms) de l'intervalle I1

	Moyenne
Attaque	75.44
Liaison	54.8

TABLE 18 – Durée moyenne (en ms) de l'intervalle I1 pour chaque position

La position a un effet significatif sur la variable dépendante I1. En effet, la liaison présente un intervalle temporel I1 plus court que la consonne d'attaque ($\beta = -20.64$; $se = 3.598$; $t = -5.737$; $pMCMC < 0.0001$).

4 Intervalle temporel I2

4.1 Consonnes /n/ et /z/

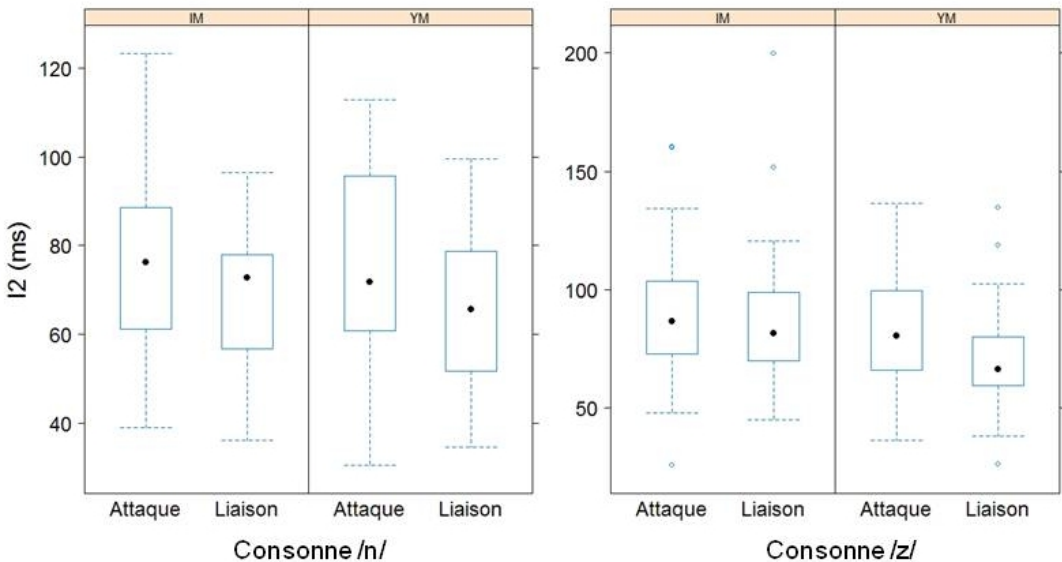


FIGURE 26 – Comparaison des distributions de la variable « Durée de l’intervalle I2 » en fonction de la position et des locuteurs - Consonnes /n/ et /z/

Locuteur	Position	Moyenne (ms)
IM	Attaque	77.92
	Liaison	68.81
YM	Attaque	75.16
	Liaison	66.63

TABLE 19 – Consonne /n/

Locuteur	Position	Moyenne (ms)
IM	Attaque	89.11
	Liaison	85.21
YM	Attaque	82.85
	Liaison	70.86

TABLE 20 – Consonne /z/

FIGURE 27 – Durées moyennes de l’intervalle I2 en fonction des locuteurs et des positions

La position a un effet significatif sur la variable dépendante I2. En effet, la liaison présente un intervalle temporel I2 plus court que la consonne d’attaque que ce soit pour /n/ ($\beta = -8.822$; $se = 2.644$; $t = -3.337$; $pMCMC < 0.01$) ou pour /z/ ($\beta = -7.951$; $se =$

2.791 ; $t = -2.849$; $pMCMC < 0.01$).

4.2 Consonne /t/

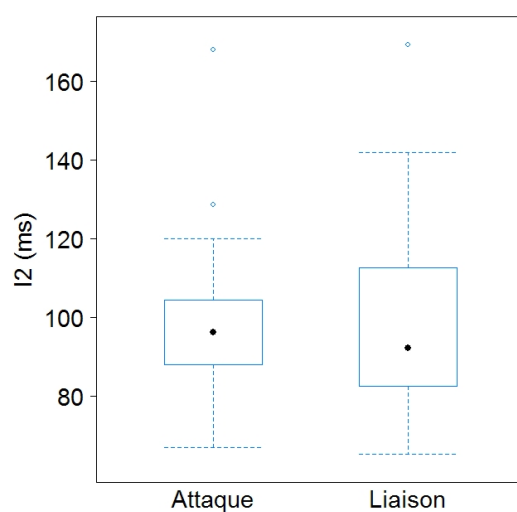


FIGURE 28 – Comparaison des distributions de la variable « Durée de l'intervalle I2 » en fonction de la position - Consonne /t/

	Moyenne
Attaque	96.76
Liaison	99.60

TABLE 21 – Durée moyenne (en ms) de l'intervalle I2 pour chaque position

Les analyses statistiques ne montrent aucune différence quant à la durée de l'intervalle I2 entre la consonne placée en position liaison et la consonne placée en attaque ($\beta = 2.842$; $se = 3.854$; $t = 0.737$; $pMCMC = 0.48$).

4.3 Résumé et discussion

Consonne	Durée	I1	I2
/n/	$L < A^{**}$	$L < A^*$	$L < A^{**}$
/z/	$L < A^{***}$	$L < A^*$	$L < A^{**}$
/t/	$L < A^{**}$	$L < A^{***}$	$L = A$

TABLE 22 – Résumé de la comparaison des variables D, I1 et I2 et seuil de significativité où *** correspond à « très significatif », ** à « significatif » et * à « marginalement significatif »

D’une manière générale, les analyses ci-dessus confirment les résultats concernant la durée moindre de la consonne de liaison par rapport à la consonne d’attaque établies par différentes études (Dejean De La Bâtie, 1993 ; Gaskell et al., 2002 ; Spinelli & Cutler, 2003 ; Wauquier-Gravelines, 1996).

Notre travail de thèse se distingue cependant par plusieurs aspects.

1. Notre étude montre que la consonne nasale semble également affectée dans sa durée selon la position qu’elle occupe contrairement résultats trouvés par Wauquier-Gravelines (1996) et Nguyen et al. (2007).
2. Pour les consonnes /n/ et /z/ placées en position liaison, les paramètres I1 et I2 se montrent plus courts. Il semble donc exister une différence d’organisation temporelle entre la consonne et les voyelles adjacentes selon que la consonne soit placée en position liaison ou en position attaque. Jusqu’à présent, ces premiers résultats sont conformes à notre hypothèse de travail numéro 2 (voir section 5 page 61) qui supposait un raccourcissement du geste associé à la consonne de liaison (durée, I1 et I2 plus courts en position liaison qu’en position attaque).
3. Pour /t/, seuls la durée et le paramètre I1 semblent affectés par la position qu’occupe la consonne.

Concernant ce dernier point, nous nous attendions à un tel résultat.

En effet, nous avons décomposé la durée totale de la consonne en deux mesures : la durée de l'occlusion et la durée du VOT soit :

$$D = DO + DVOT$$

Or, l'énergie libérée lors du relâchement de l'occlusion pour la consonne /t/ est suffisamment importante pour affirmer que le centre articulaire de la consonne /t/, correspondant rappelons-le au maximum de contacts, trouve naturellement sa place sur l'échelle temporelle avant la barre d'explosion, soit vers la fin de l'intervalle 2-3 (cf exemple ci-dessous) pour la consonne de liaison comme pour la consonne d'attaque.

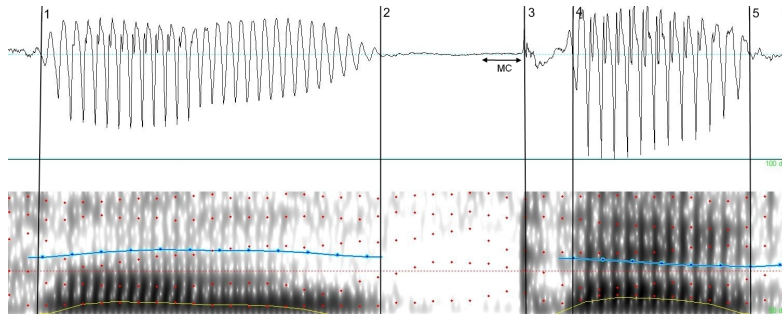


FIGURE 29 – Hypothèse quant à l'instant t où apparaît le centre articulaire de la consonne /t/

De plus, si :

$D_{Liaison} < D_{Attaque}$ mais que seul $DO_{Liaison} < DO_{Attaque}$, il semble logique que seul le paramètre I1 soit affecté par la position de la consonne.

La consonne /n/ étant également une occlusive alvéolaire, tout comme /t/, pourquoi n'observe-t-on pas alors un phénomène similaire ?

Simplement car en plus d'être une occlusive alvéolaire, la consonne /n/ est aussi une nasale sonante et de ce fait ne présente pas la même structure que la consonne /t/. L'air

continuant de s'écouler par le nez, malgré l'occlusion orale, la consonne n'est pas soumise aux mêmes contraintes de « phases articulatoires » que ne l'est la consonne /t/.

5 Vitesse PV1 de mise en place de la consonne

Les analyses suivantes concernent le pic de vitesse maximal dans l'augmentation du nombre de contacts dans la zone alvéolaire pendant la mise en place de la consonne, c'est-à-dire durant la fermeture de l'occlusion lorsque la langue vient se plaquer contre le palais pour les consonnes /n/ et /t/ et lorsqu'elle vient former le canal fricatif pour la consonne /z/.

5.1 Consonnes /n/ et /z/

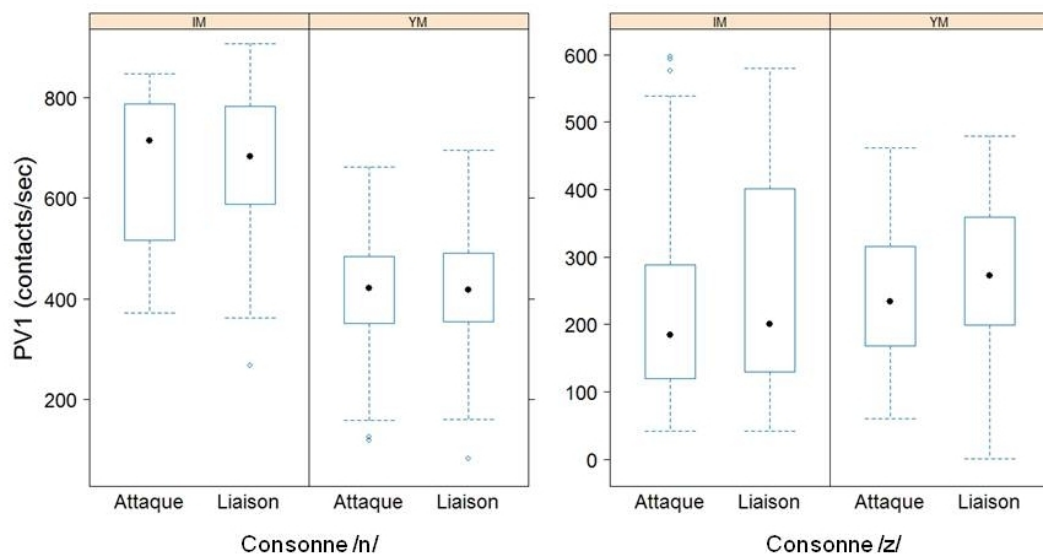


FIGURE 30 – Comparaison des distributions de la variable « Pic maximal de vitesse PV1 dans la mise en place de la consonne » en fonction des positions et des locuteurs - Consonnes /n/ et /z/

Locuteur	Position	Moyenne
IM	Attaque	626.7
	Liaison	690.8
YM	Attaque	408.4
	Liaison	424.5

TABLE 23 – Consonne /n/

Locuteur	Position	Moyenne
IM	Attaque	233.6
	Liaison	262.6
YM	Attaque	244.9
	Liaison	272.2

TABLE 24 – Consonne /z/

FIGURE 31 – Pics de vitesse PV1 moyens (contacts/sec) en fonction des locuteurs et des positions

Les moyennes indiquent :

1. Une différence entre les deux consonnes /n/ et /z/ quant à la vitesse de mise en place de ces consonnes. Pour la consonne /n/, la moyenne (moyenne générale, tous locuteurs et toutes positions confondus) se situe aux alentours de 540 contacts/seconde tandis que pour la consonne /z/, celle-ci se situe aux alentours 250 de contacts/seconde. Cette différence de vitesse peut sans doute s'expliquer par la nature des consonnes. En effet, il est plus aisé donc plus rapide de produire une occlusion totale que de produire une occlusion critique qui demande une configuration de la langue plus complexe : la langue ne vient pas simplement se plaquer contre le palais mais doit laisser un canal libre pour permettre à l'air de s'écouler.
2. Une différence de vitesse pour la consonne /n/ entre les deux locuteurs (IM : 658 contacts/sec ; YM : 416 contacts/sec) qui n'est pas observable pour la consonne /z/.

En position liaison, le pic maximal quant à la mise en place de la consonne /z/ présente une vitesse légèrement supérieure ($\beta = 28.14$; $se = 10.79$; $t = 2.607$; $pMCMC < 0.05$) que celle présentée par les consonnes placées en position attaque.

En revanche, pour la consonne /n/, aucune différence ne semble se dégager ($pMCMC = 0.2$).

5.2 Consonne /t/

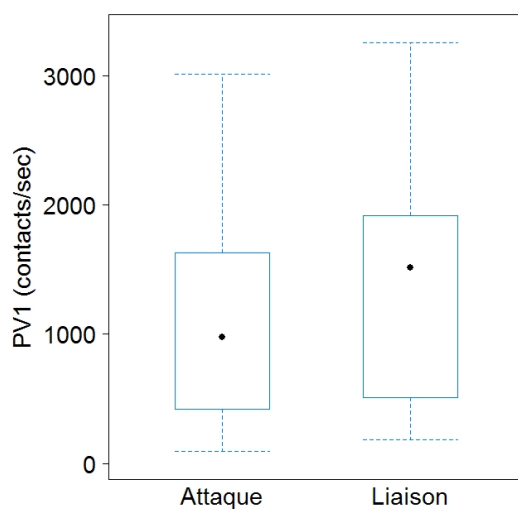


FIGURE 32 – Comparaison des distributions de la variable « Pic maximal de vitesse PV1 dans la mise en place de la consonne » en fonction des positions - Consonne /t/

	Moyenne
Attaque	1154
Liaison	1373

TABLE 25 – Pics de vitesse PV1 moyens (contacts/sec) en fonction de chaque position

La consonne /t/ présente une vitesse de mise en place bien supérieure à celles des consonnes /n/ et /z/ (en moyenne 1260 contacts/seconde). Concernant l'analyse statistique, celle-ci ne montre aucune différence ($\beta = 218.6$; $se = 121.7$; $t = 1.796$; $pMCMC = 0.09$) quant au pic de vitesse maximal dans la mise en place de la consonne /t/ qu'elle soit placée en position liaison ou attaque.

6 Vitesse PV2 de relâchement de la consonne

6.1 Consonnes /n/ et /z/

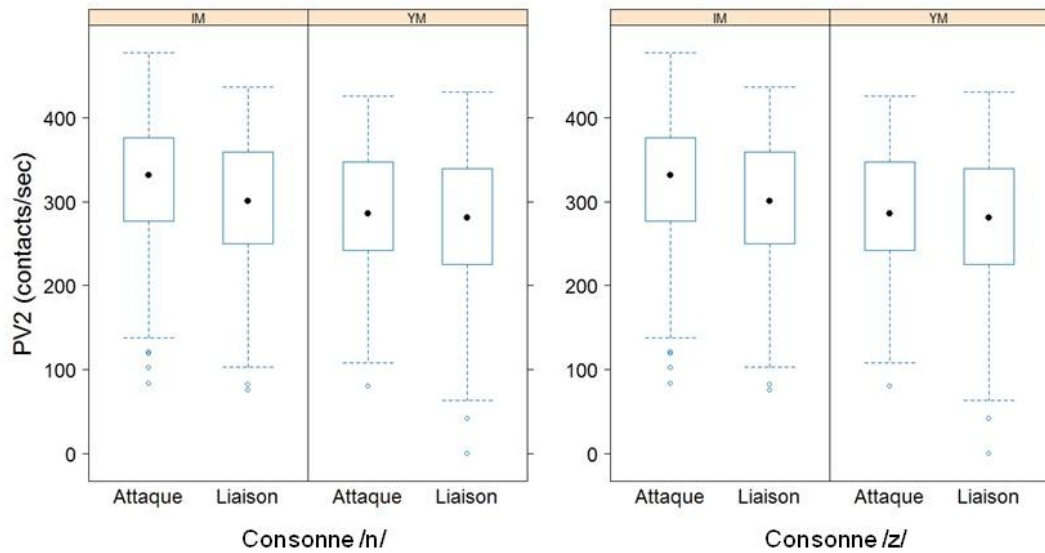


FIGURE 33 – Comparaison des distributions de la variable « Pic maximal de vitesse PV2 durant le relâchement de la consonne » en fonction des positions et des locuteurs - Consonnes /n/ et /z/

Locuteur	Position	Moyenne
IM	Attaque	512.3
	Liaison	480.5
YM	Attaque	336.1
	Liaison	358.1

TABLE 26 – Consonne /n/

Locuteur	Position	Moyenne
IM	Attaque	316.6
	Liaison	286.8
YM	Attaque	286.5
	Liaison	269

TABLE 27 – Consonne /z/

FIGURE 34 – Pics de vitesse PV2 moyens (contacts/sec) en fonction des locuteurs et des positions

Concernant la consonne /n/ ($\beta = -4.903$; $se = 16.572$; $t = -0.296$; $pMCMC = 0.76$) les analyses ne montrent aucune différence quant à la vitesse de relâchement de la consonne.

Pour la consonne /z/ ($\beta = -23.841$; $se = 7.457$; $t = -3.197$; $pMCMC < 0.05$), la vitesse de relâchement est inférieure pour la consonne placée en position liaison.

6.2 Consonne /t/

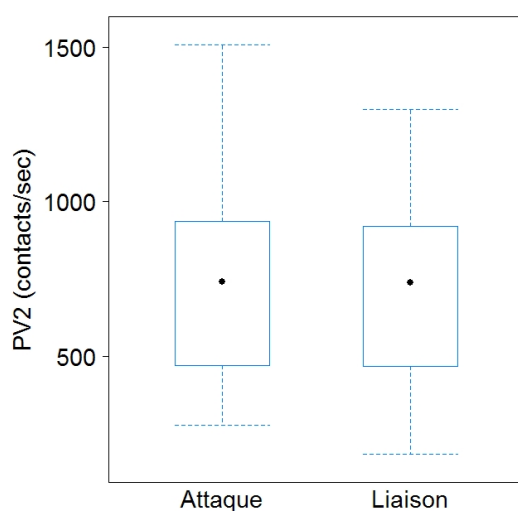


FIGURE 35 – Comparaison des distributions de la variable « Pic maximal de vitesse PV2 durant le relâchement de la consonne » en fonction de la position - Consonne /t/

	Moyenne
Attaque	750
Liaison	718.3

TABLE 28 – Pics de vitesse PV2 moyens (contacts/sec) en fonction de chaque position

La vitesse de relâchement de la consonne /t/ ne semble pas influencée par la position qu'occupe la consonne ($\beta = -31.73$; $se = 45.63$; $t = -0.695$; $pMCMC = 0.51$).

6.3 Résumé et discussion

Consonne	PV1	PV2
/n/	$L = A$	$L = A$
/z/	$L > A$ *	$L < A$ *
/t/	$L = A$	$L = A$

TABLE 29 – Résumé de la comparaison des variables PV1 et PV2 et seuil de significativité où *** correspond à « très significatif », ** à « significatif » et * à « marginalement significatif »

La consonne /z/ présente une légère asymétrie dans les phases d'ouverture et de fermeture entre les deux positions attaque et liaison.

Pour les consonnes /n/ et /t/, la position de la consonne ne semble pas influencer les variables PV1 et PV2.

En corrélant les résultats des paramètres d'étude PV1 et PV2 avec les paramètres I1 et I2, notre analyse indique que le geste associé à la consonne de liaison /z/ semble à la fois soumis à un raccourcissement mais également à un déplacement vers la gauche.

L'explication de ce phénomène, n'affectant que la consonne constrictive, trouve peut-être sa place dans la table qui suit :

Consonne	PV1	PV2
/z/	250	289
/n/	540	421
/t/	1260	734

TABLE 30 – Moyennes des vitesses de mise en place et de relâchement (contacts/seconde) toutes positions et tous locuteurs confondus - Consonnes /n/, /z/ et /t/

La configuration plus complexe que demande la production de la constrictive /z/ se traduit par une vitesse nettement inférieure comparée aux autres consonnes (dans un rapport de 2 à plus de 4 fois).

7 Nombre de contacts

7.1 Distribution des données relatives au maximum de contacts

7.1.1 Consonne /n/

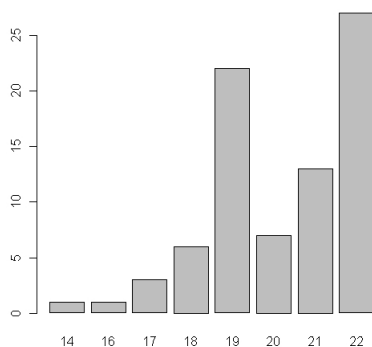


FIGURE 36 – Locuteur IM

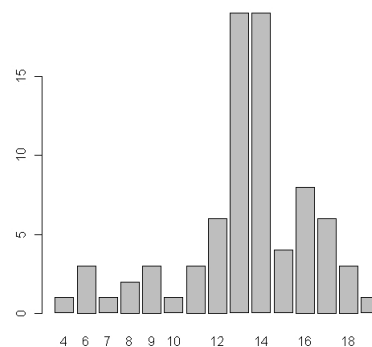


FIGURE 37 – Locuteur YM

FIGURE 38 – Distribution des valeurs concernant le nombre de contacts alvéolaires, pour chaque locuteur, toutes positions confondues

Pour le locuteur IM, on constate que la distribution observée n'est pas assimilable à une distribution dite normale.

Une distribution obéissant à une loi normale se présente sous la forme d'une cloche, avec deux parties à droite et gauche qui sont symétriques. Ici, la courbe présente une asymétrie où l'ensemble des valeurs se situe à gauche d'un maximal compris entre 19 et 22 contacts. Ceci s'explique par le fait que l'ensemble des analyses effectuées dans ce mémoire ont porté sur l'index alvéolaire qui n'exécute les calculs que sur les électrodes des trois premières lignes du palais artificiel. Or, la région alvéolaire concernée ne comprend au total que 22 électrodes.

Contrairement à IM, le locuteur YM voit sa distribution du nombre de contacts maximal concernant la consonne /n/ beaucoup plus répartit. De plus, on remarque que la proportion la plus importante est concentrée cette fois-ci autour d'un nombre maximal de 14 contacts. Ce fait ne peut être dû qu'à deux paramètres : 1) le palais et/ou 2) le locuteur.

Pour le palais, les résultats obtenus proviennent soit d'un défaut de moulage soit d'un mauvais positionnement dans la bouche du locuteur. Dans chacun de ces cas, l'ensemble de nos résultats se trouve influencé par cette perte d'informations palatographiques. La deuxième hypothèse conduit à penser que le locuteur produit la consonne /n/ avec une occlusion se situant simplement dans la partie antérieure de la zone alvéolaire.

7.1.2 Consonne /z/

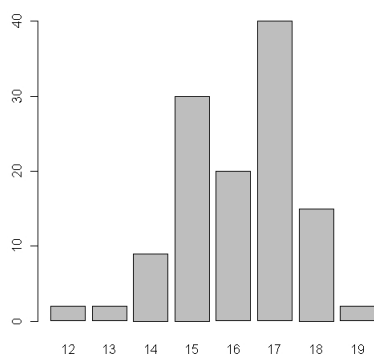


FIGURE 39 – Locuteur IM

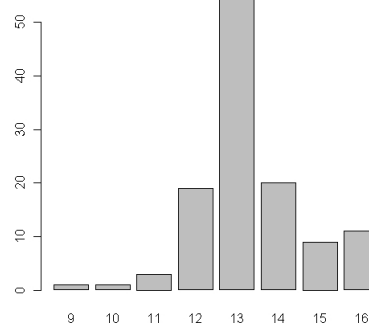


FIGURE 40 – Locuteur YM

FIGURE 41 – Distribution des valeurs concernant le nombre de contacts alvéolaires, pour chaque locuteur, toutes positions confondues

Pour le locuteur IM, la proportion la plus importante avoisine les 17. En effet, la consonne cible étant une fricative alvéolaire, le locuteur se doit de préserver un canal fricatif permettant à l'air de s'écouler.

Pour YM, cette dernière se situe autour de 13 contacts.

7.1.3 Consonne /t/

Le locuteur IM a produit l'occlusive alvéolaire /t/ avec une occlusion complète (soit les 22 électrodes que comporte la région alvéolaire) dans la plupart des items de notre corpus.

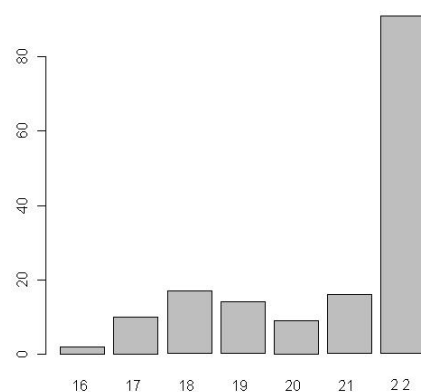


FIGURE 42 – Distribution des valeurs concernant le nombre de contacts alvéolaires toutes positions confondues

7.2 Maximum de contacts

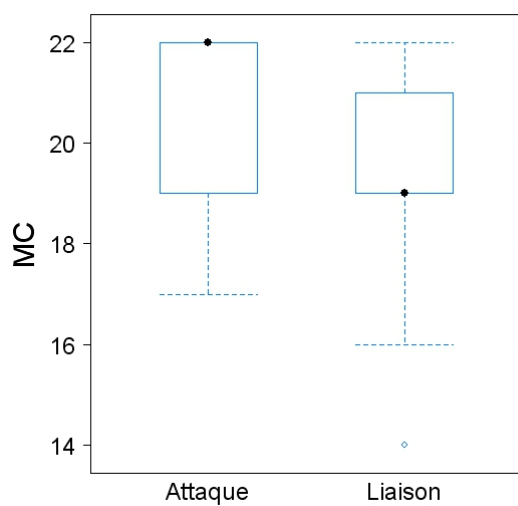


FIGURE 43 – Maximum de contacts - Locuteur IM - Consonne /n/

Nous choisissons de ne présenter ici que les données relatives au maximum de contacts pour la consonne /n/ du locuteur IM, les seules à s'être montrées significatives ($\beta =$

-1.35 ; $se = 0.33$; $t = -4.05$; $pMCMC < 0.001$). Pour toutes les autres données (consonne /n/-Locuteur YM ; consonne /z/ et consonne /t/), le maximum de contacts ne semble pas affecté par la position qu'occupe la consonne.

7.3 Tenue de l'occlusion

7.3.1 Consonne /t/

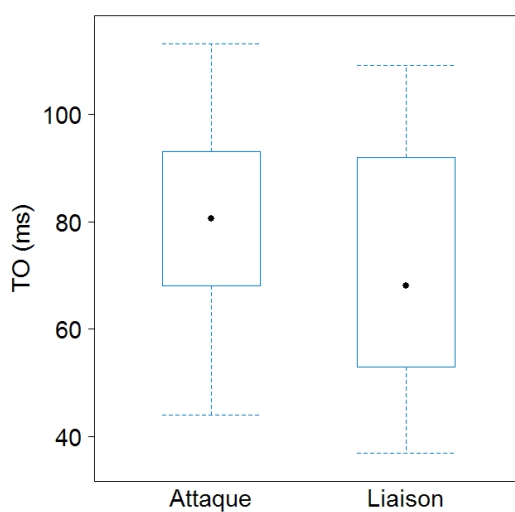


FIGURE 44 – Tenue de l'occlusion (ms) selon la position étudiée - Consonne /t/

	Moyenne
Attaque	80.5
Liaison	68

TABLE 31 – Moyenne de la tenue de l'occlusion (ms) selon la position étudiée - Consonne /t/

Rappelons que ce paramètre correspond à la tenue de l'occlusion du moment où l'air ne s'écoule plus dans le conduit oral jusqu'au moment où l'occlusion est relâchée.

La tenue de l'occlusion lors de la production d'une consonne /t/ placée en position liaison

est plus courte que ne l'est la consonne d'attaque correspondante ($\beta = -8.825$; $se = 2.698$; $t = -3.271$; $pMCMC < 0.01$).

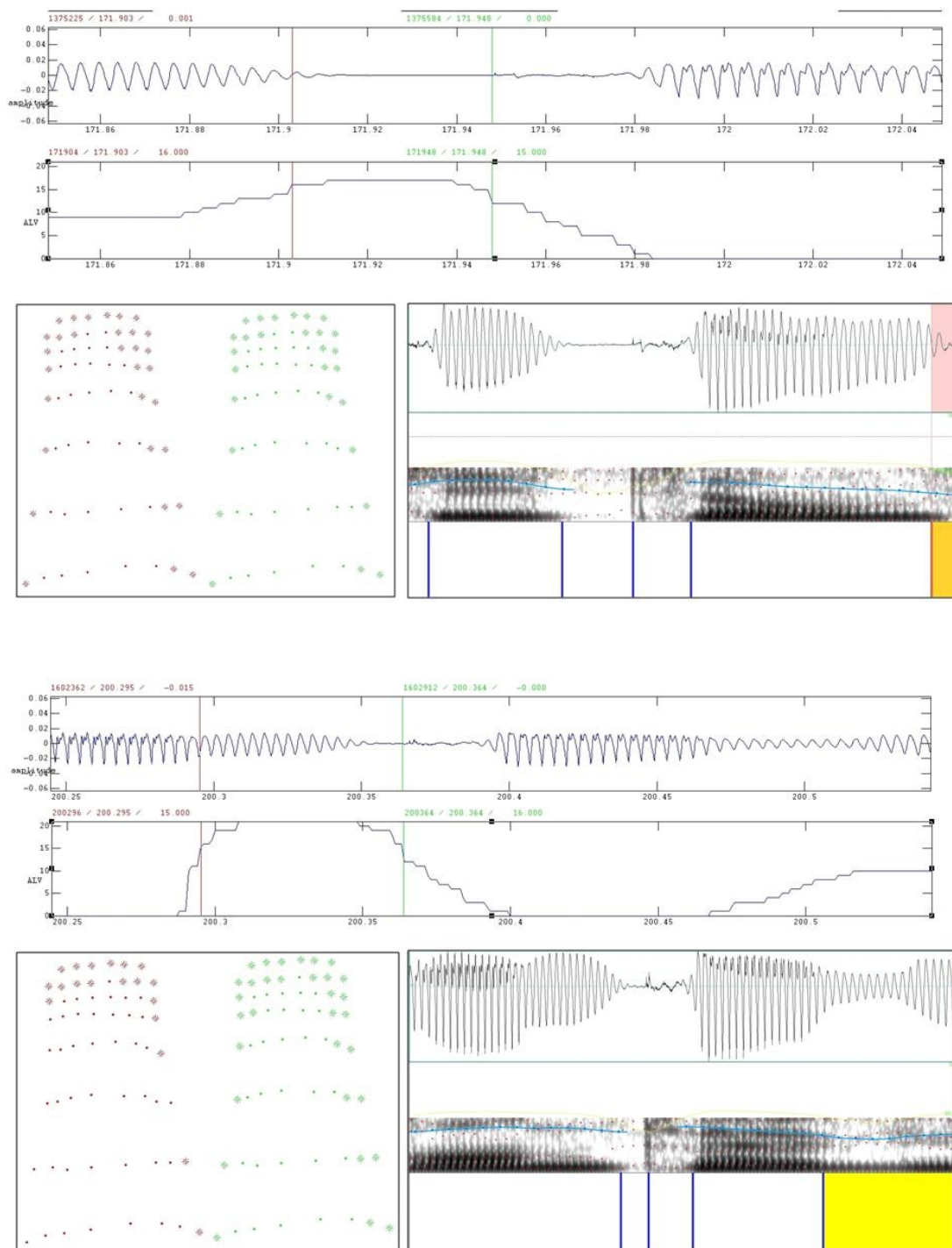
Nous avons été extrêmement surprise par ce résultat. En effet, nous nous attendions à trouver des valeurs proches de celles de la durée de l'occlusion qui s'élevaient, rappelons-le, à 45.32 ms pour la consonne d'attaque et à 34.75 ms pour la consonne de liaison. Or c'est presque le double que nous trouvons pour le maintien de l'occlusion. Nous avons donc examiné nos données afin de trouver une explication à ce phénomène.

Les figures qui suivent montrent que les résultats ont été influencés par les voyelles nasales présentes dans notre corpus et placées avant la consonne cible.

La figure du haut représente l'extrait [itã] de la phrase « Il a vu un petit enfant faire la manche dans la rue », celle du bas l'extrait [ãta] de la phrase « Il a fabriqué le plus grand avion du monde ».

Les figures sont construites de la façon suivante :

- En haut, le signal acoustique et la courbe des contacts alvéolaires correspondante ;
- En bas, à gauche, les patrons EPG correspondant au signal où le marqueur rouge correspond à la fermeture du conduit oral et le marqueur vert à l'ouverture du conduit oral, posés sur la courbe alvéolaire ;
- En bas, à droite, l'étiquetage Praat correspondant.

FIGURE 45 – Influence de la présence d'une voyelle nasale $V1$ sur la variable TO

On constatera en effet sur la figure du haut une équivalence dans la durée entre le paramètre *DO* (durée de l’occlusion, comprise entre les marqueurs 2 et 3 posés sous Praat) et le paramètre *TO* (tenue de l’occlusion, comprise entre les marqueurs rouge et vert posés sous ematools).

En revanche, sur la figure du bas, une grande discordance apparaît entre ces deux paramètres. Cela tient au fait que la voyelle précédant la consonne cible est une voyelle nasale.

Les voyelles nasales sont décrites comme étant constituées de plusieurs périodes : une partie orale, une partie nasalisée et un segment consonantique, assimilé au lieu d’articulation de la consonne qui suit.

Il semblerait que lors de la production d’une voyelle nasale, la mise en place, sur le plan articulatoire, de la consonne d’après s’effectue alors que la voyelle domine toujours sur le plan acoustique.

7.3.2 Consonne /n/

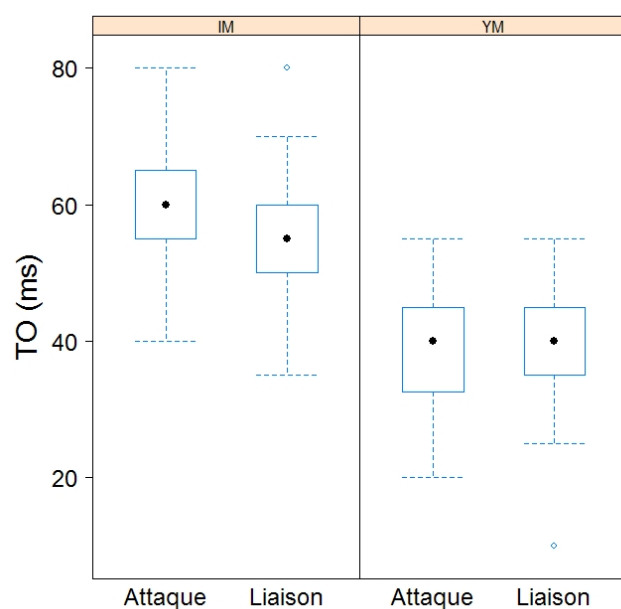


FIGURE 46 – Tenue de l’occlusion (ms) selon la position étudiée - Consonne /n/

Locuteur	Position	Moyenne
IM	Attaque	60.8
	Liaison	40.2
YM	Attaque	40.5
	Liaison	40.1

TABLE 32 – Moyenne de la tenue de l’occlusion (ms) selon le locuteur et la position étudiée - Consonne /n/

La tenue de l’occlusion de la consonne /n/ semble marginalement influencée par la position qu’occupe la consonne pour le locuteur IM uniquement ($\beta = -4.33$; $se = 1.734$; $t = -2.497$; $pMCMC < 0.05$).

Concernant le locuteur YM, les analyses ne révèlent aucune différence quant à la tenue de l’occlusion entre consonnes de liaison et d’attaque.

7.4 Tension alvéolaire

Les images qui suivent dans les sections ci-après représentent les patrons d’activation EPG moyens pour chaque locuteur et pour chaque consonne dans chaque position, dans la phase médiane de la consonne (nombre maximal de contacts dans la zone alvéolaire). 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).

7.4.1 Consonne /t/

Pour des raisons techniques (perte des scripts permettant l’extraction automatique de ces patrons), nous n’avons pu sortir les patrons d’activation EPG moyens pour la consonne /t/.

7.4.2 Consonne /n/

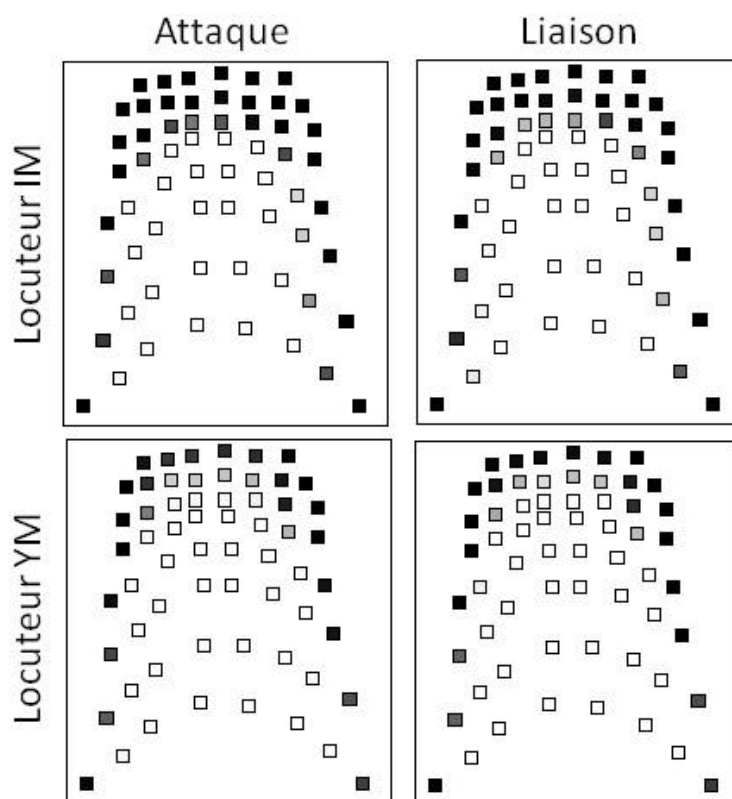


FIGURE 47 – Patrons d’activation EPG moyens dans la phase médiane de la consonne /n/ (nombre maximal de contacts dans la zone alvéolaire) pour chaque locuteur (en haut : IM, en bas : YM) et pour chaque position étudiée (Attaque et Liaison)

On constate que le locuteur IM produit la consonne /n/ avec une occlusion qui dans la plupart des cas est totale puisque aucune des électrodes se situant dans la zone alvéolaire n’apparaît blanche. Ceci signifie que dans chacune des positions étudiées, au moins un item a été produit avec une occlusion totale.

La différence réside dans le degré d’activation de ces électrodes. En position Liaison, on remarque que 3 des électrodes se situant dans la région postérieure de la zone alvéolaire présentent un degré d’activation moindre que celui présenté par la consonne d’attaque. On remarque également de légères variations sur la quatrième ligne ainsi que sur les bords

latéraux des zones palatale et vélaire qui n'avaient pas été prises en compte dans les analyses statistiques puisque se trouvant en dehors de la région alvéolaire. Ces variations montrent que la consonne de liaison est produite de manière moins « appuyée » que ne l'est la consonne d'attaque.

Le locuteur YM présente peu de différences articulatoires dans la réalisation des consonnes selon la position qu'elles occupent au sein de la phrase. L'occlusion n'est produite que dans la région antérieure de la zone alvéolaire soit sur 6 électrodes. Ces données sont en accord avec les analyses distributionnelles de la section 7.1 page 104.

7.4.3 Consonne /z/

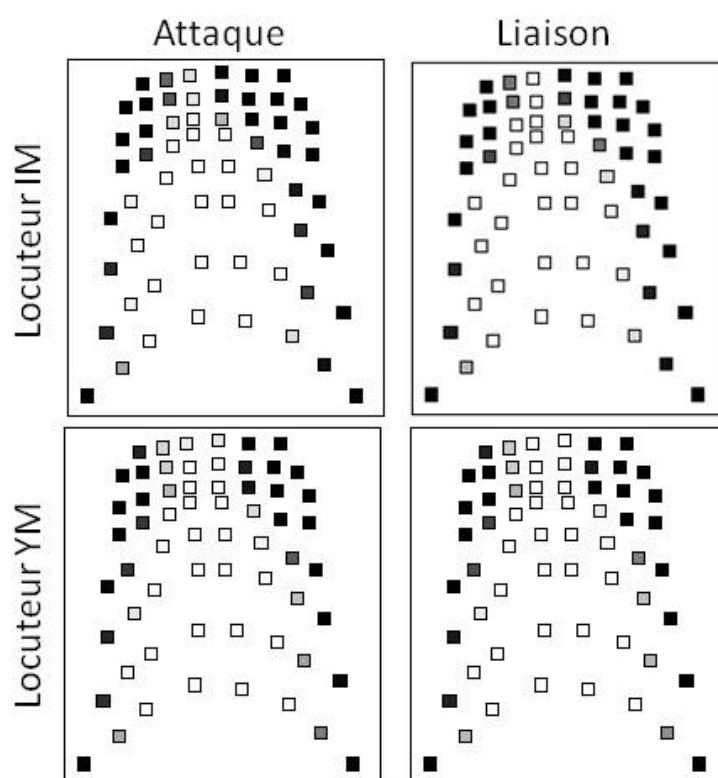


FIGURE 48 – Patrons d'activation EPG moyens dans la phase médiane de la consonne /z/ (nombre maximal de contacts dans la zone alvéolaire) pour chaque locuteur (en haut : IM, en bas : YM) et pour chaque position étudiée (Attaque et Liaison)

Chez IM, la consonne /z/ est produite avec un canal fricatif étroit. Au contraire, YM produit la constricte avec un canal fricatif très large. Dans les deux cas, le nombre d'électrodes contactées ne semble pas influencé par la position qu'occupe la consonne.

7.5 Résumé et discussion

Les analyses palatographiques ne présentent pas de résultats réellement significatifs. La seule tendance qui semble se dégager est celle observable chez le locuteur IM :

	Maximum de contacts	Tenue de l'occlusion	Tension alvéolaire
/n/	L<A***	L<A	L<A
/z/	L=A	NC	L<A
/t/	L=A	L<A	NC

TABLE 33 – Tendances issues de la comparaison des variables *MC*, *TO* et *TA* - Locuteur IM

La consonne de liaison semble présenter un degré de constriction moindre par rapport à la consonne d'attaque.

Cette tendance n'est pas observable chez YM où la consonne de liaison ne se démarque pas de la consonne d'attaque.

Que ce soit pour la consonne /z/ ou /n/, le locuteur YM présente peu de différences articulatoires dans la réalisation des consonnes selon la position qu'elles occupent au sein de la phrase. L'occlusion de la consonne /n/ sur 6 électrodes, et la production de la constriction de la consonne /z/ par un canal fricatif si large laissent peu de place à l'observation de micro-variations sur une surface de contact si petite.

Nous sommes néanmoins intimement convaincue que si nous avions eu plus de sujets, nous aurions pu prouver un amoindrissement de la consonne de liaison par rapport à la consonne d'attaque.

EXPÉRIENCE PILOTE 2 : VARIATIONS ACOUSTIQUES ASSOCIÉES À LA CONSONNE DE LIAISON /r/

Nous souhaitons dans cette thèse nous pencher sur la consonne /r/, consonne de liaison plus marginale que /n/, /z/ et /t/ mais qui existe et apparaît de manière fréquente dans deux cas :

- Après les adjectifs « premier » et « dernier » ;
- Après certains verbes à l’infinitif.

Nous la présentons à part car nous n’avons mené qu’une analyse acoustique sur cette consonne. En effet, les données EPG auraient été quasi inexploitable car la consonne /r/ est une consonne postérieure. Les électrodes telles qu’elles sont disposées sur le palais artificiel nous auraient fourni un volume de données trop faible.

Nous tenions néanmoins à étudier la durée de cette consonne, qui n’a jamais été présentée de manière isolée (les études de Spinelli et Cutler (2002) et Gaskell et al. (2002) qui avaient traité de la consonne /r/, ne fournissent pas les valeurs séparées de l’ensemble des consonnes analysées).

1 Matériel

Dans cette expérience, huit groupes de deux phrases composent le corpus Ralliement²⁰. Voici un exemple de groupe testé durant l’expérience :

²⁰. Pour consulter le corpus dans son intégralité, se reporter à l’annexe 4 page 145

[1] Il a goûté son premier rhum lors d'un voyage aux Antilles.

[2] Il fut le premier homme à voyager dans l'espace.

Comme dans les trois corpus précédemment exposés, nous avons, dans la mesure du possible, tenté de contrôler le nombre de syllabes et le rang d'apparition de la consonne cible afin de maîtriser le facteur prosodique :

Corpus	Nombre de syllabes	Rang d'apparition de la consonne cible
Ralliement	$M = 13.7, s.d. = 1.1$	$M = 4.6, s.d. = 1.8$

TABLE 34 – Nombre de syllabes et rang d'apparition de la consonne cible, moyennes (M) et écarts-type ($s.d.$), corpus Ralliement

Ce corpus a sans aucun doute été le plus difficile à monter. En français, très peu de mots se finissant par /r/ appellent à la réalisation de la liaison. Ces mots sont en fait au nombre de 3 dans notre corpus. Il s'agit de « premier, dernier et léger ». Nous ne souhaitions pas utiliser de verbes comme dans l'exemple suivant :

« manger avec vous » : [mãje] + [avɛk] + [vu] → [mãjeravɛkvu]

ou encore,

« aller en ville » : [ale] + [ã] + [vil] → [aleXãvil]

et ce pour plusieurs raisons :

- Tout d'abord, car nous n'avions utilisé ce schéma dans aucun de nos autres corpus et nous souhaitions que l'ensemble de nos données soient cohérentes. Rappelons que la classification de Delattre que nous avons utilisée place la structure *verbe +* dans les liaisons facultatives. Dans les corpus Népal, Zébu et Téléphone, nous n'avions utilisé que des liaisons à caractère obligatoire ;
- Enfin, en tant que liaisons facultatives, nous avons très peu de chance qu'elles soient réalisées lors de la lecture de notre corpus. Ce sont en effet des liaisons qui se perdent et qui ne sont aujourd'hui quasiment plus réalisées. Nous trouvions donc inutile d'enregistrer un corpus dans lequel la consonne cible n'apparaîtrait pas !

2 Locuteurs

Quatre locutrices, présentées sous les appellations EC, AM, AT et MT ont participé à l'enregistrement de ce corpus.

Les locutrices étaient toutes de langue maternelle française et ne présentaient aucun trouble de la production.

3 Méthode utilisée

L'acquisition des données acoustiques qui composent le corpus Ralliement a été réalisée à l'Université de Provence. Les locutrices étaient placées à l'intérieur d'une chambre sourde. Le signal acoustique a été enregistré à l'aide d'un microphone monté sur casque à une fréquence d'échantillonnage de 22050 Hz. Les phrases randomisées étaient présentées sur l'écran d'un ordinateur. Des fillers (du même nombre que les phrases test) avaient été glissés au sein du corpus à lire à haute voix.

4 Analyse acoustique

4.1 Étiquetage acoustique sous Praat

Segmenter « r »²¹ représente une difficulté importante. Dans la littérature relative à cette consonne (Chafcouloff, 1985 ; Autesserre & Chafcouloff, 1998a, 1998b ; Calliope, 1989 ; Delattre, 1969), « r » apparaît comme une consonne polymorphe dont la variabilité est conditionnée par de multiples facteurs tels que le locuteur, sa région d'origine, le contexte phonétique d'apparition,...

Dans le tableau 35, nous récapitulons l'ensembles des allophones répertoriés dans notre corpus et les caractéristiques spectrales et acoustiques associées qui nous ont servies à la segmentation.

21. Nous utiliserons « r » pour symboliser l'ensemble des variantes relatives à cette consonne.

Mode de phonation	Mode d'articulation	Degré d'ouverture	Caractéristiques spectrales et acoustiques en position intervocalique
Voisée	Constriction	Approximante [ɹ] (la majorité des cas de notre corpus) (cf. figure 49)	- Structure et transition formantiques relativement lentes et continues vers la ou les voyelles adjacentes - Diminution des valeurs d'intensité des formants durant la tenue consonantique - Grande amplitude des vibrations laryngées qui restent cependant moindre par rapport à celles des voyelles - Barre de voisement d'intensité moindre par rapport à celle des voyelles
		Constrictive postérieure (vélaire [ɣ] ou uvulaire [ʁ]) (cf. figure 50)	- Discontinuité spectrale avec les voyelles attenantes - Rupture au niveau du F1 entre la consonne et les voyelles adjacentes - Présence d'un bruit superposé aux vibrations laryngées - Diminution des valeurs d'intensité des formants durant la tenue consonantique - Faible amplitude des vibrations laryngées par rapport aux voyelles attenantes
	Occlusion	Battue alvéolaire [c] Trille uvulaire [R] (rencontrée en emphase, la minorité des cas dans notre corpus)	- Succession de phases d'aperture différente : phase vocoïdale et contoïdale (aperture plus réduite pouvant aller d'une contoïde approximante à une contoïde constrictive voisée voire dévoisée) (Autesserre & Chafcouloff, 1998b)
Source	Constriction	Constrictive postérieure (vélaire [X] ou uvulaire [x]) (cf. figure 51)	- Présence d'un bruit aperiodique de faible amplitude à la place des vibrations laryngées - Absence de la barre de voisement dans le bas du spectre - Rupture au niveau du F1 entre la consonne et les voyelles adjacentes

TABLE 35 – Variantes de « r » en français et caractéristiques spectrales et acoustiques associées

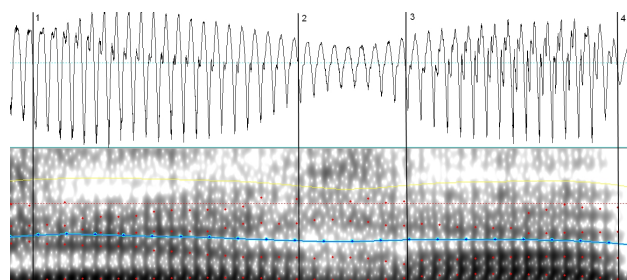


FIGURE 49 – Variante approximante de la consonne « r » : [ɛʁ] de la séquence « premier homme »

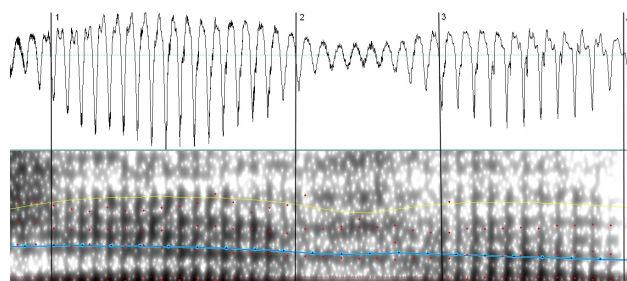


FIGURE 50 – Variante constrictive voisée de la consonne « r » : [ɛʁa] de la séquence « léger rabais »

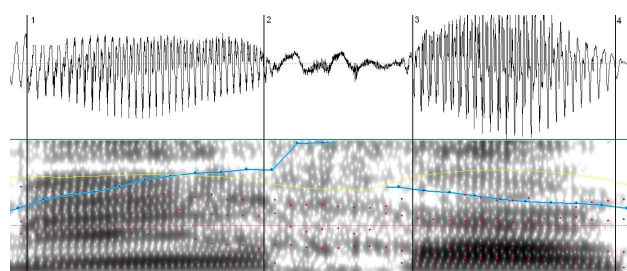


FIGURE 51 – Variante constrictive sourde de la consonne « r » : [ɛχa] de la séquence « il aimait raconter »

4.2 Paramètres d'étude

Notre premier paramètre d'étude concerne, comme dans les précédents corpus, la durée de la consonne /r/. Comme nous l'expliquions en introduction, il nous semblait intéres-

sant d'étudier sa consonne afin de déterminer si elle suivait la même tendance que ses « consœurs ».

Nous avons également étudié quatre autres paramètres : les intervalles de temps $I1$ et $I2$ qui se rapprochent sensiblement de ceux étudiés dans les précédents corpus et les paramètres $E1$ et $E2$.

Pour ce corpus, l'intervalle $I1$ correspond à l'intervalle de temps entre l'instant t où l'intensité de la voyelle 1 atteint son maximum et l'instant t où l'intensité de la consonne atteint son minimum. L'intervalle $I2$ correspond à l'intervalle de temps entre l'instant t où l'intensité de la consonne atteint son minimum et l'instant t où l'intensité de la voyelle 2 atteint son maximum.

Pour ce corpus, un second paramètre d'étude basé sur l'intensité a été étudié. Il s'agit du paramètre E que nous appellerons « écart d'intensité ». Deux écarts d'intensité ont été calculés. Le premier, $E1$, correspond à l'écart d'intensité entre le maximum atteint par la voyelle 1 et le minimum atteint par la consonne ; le second, $E2$, correspond à l'écart d'intensité entre le minimum atteint par la consonne et le maximum atteint par la voyelle 2.

Nous avons vu dans la section ci-dessus que la consonne /r/ avait un statut tout à fait particulier car c'est le son du français le plus multiforme. Il prend en effet des aspects extrêmement variés en fonction du contexte phonétique dans lequel il se trouve, allant de la variante approximante à la variante fricative dévoisée.

Or, nous savons qu'une consonne sourde voit son intensité s'amenuiser au fur et à mesure que le tractus vocal se ferme. Dans le cas d'une occlusion totale, l'intensité prend la valeur de 0. Ce paramètre nous semble donc pertinent pour déterminer si la consonne de liaison se rapproche plus d'une approximante ou d'une fricative que la consonne d'attaque. En fait, nous nous demandons si la nature phonétique de la consonne dépend de sa nature phonologique.

5 Résultats

5.1 Durée

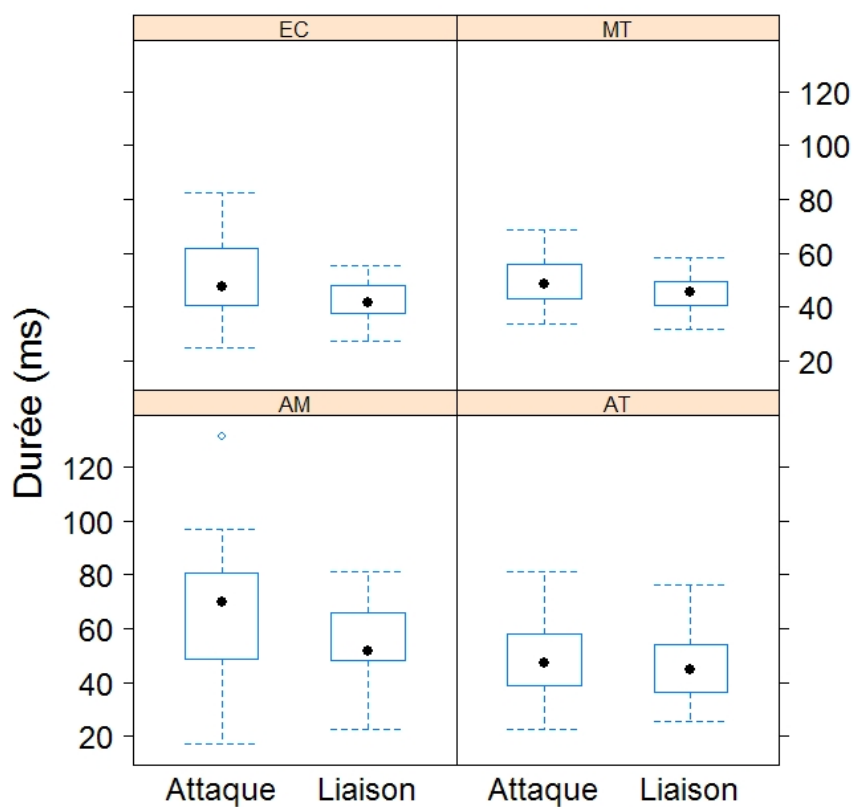


FIGURE 52 – Durée (en ms) de la consonne cible en fonction de sa position, pour chaque locuteur

	AM	AT	EC	MT
Attaque	67.19	48.99	51.43	49.74
Liaison	54.99	45.85	42.28	45.22

TABLE 36 – Moyenne (en ms) de la durée de la consonne cible en fonction de sa position, pour chaque locuteur - Consonne /r/

La position a un effet significatif sur la variable dépendante « durée ». En effet, la liaison présente une durée plus courte que la consonne d'attaque ($B = -7.372$; $se = 1.411$; $t = -5.226$; $pMCMC < 0.0001$)

5.2 Intervalles temporels

5.2.1 Intervalle temporel 1

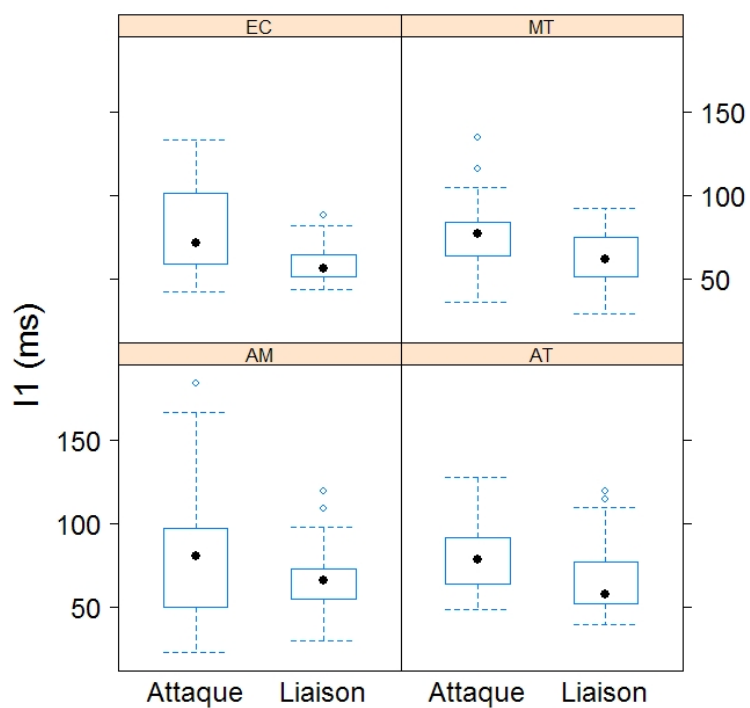


FIGURE 53 – Intervalle 1 (en ms) de la consonne cible en fonction de sa position pour chaque locuteur

	AM	AT	EC	MT
Attaque	80.92	80.42	79.53	74.83
Liaison	65.92	66.24	59.10	62.70

TABLE 37 – Moyenne (en ms) des intervalles 1 en fonction de la position de la consonne cible, pour chaque locuteur

La position a un effet significatif sur la variable dépendante « I1 ». En effet, la liaison présente un intervalle 1 plus court que la consonne d'attaque ($B = -15.216$; $se = 2.216$; $t = -6.867$; $pMCMC < 0.0001$)

5.2.2 Intervalle temporel 2

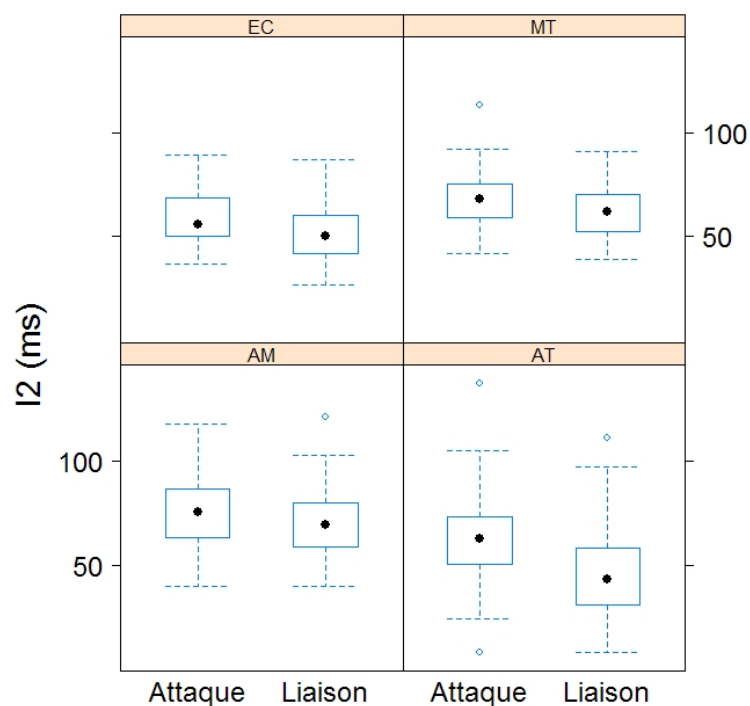


FIGURE 54 – Intervalle 2 (en ms) de la consonne cible en fonction de sa position pour chaque locuteur

	AM	AT	EC	MT
Attaque	75.97	61.52	60.35	68.12
Liaison	70	47.73	53.35	63.48

TABLE 38 – Moyenne (en ms) des intervalles 2 en fonction de la position de la consonne cible, pour chaque locuteur

De même que pour l'intervalle 1, la position a un effet significatif sur la variable dépendante I2. I2 est plus court pour la consonne de liaison que pour la consonne d'attaque ($B = -8.018$; $se = 1.863$; $t = -4.304$; $pMCMC < 0.0001$)

5.3 Écarts d'intensité

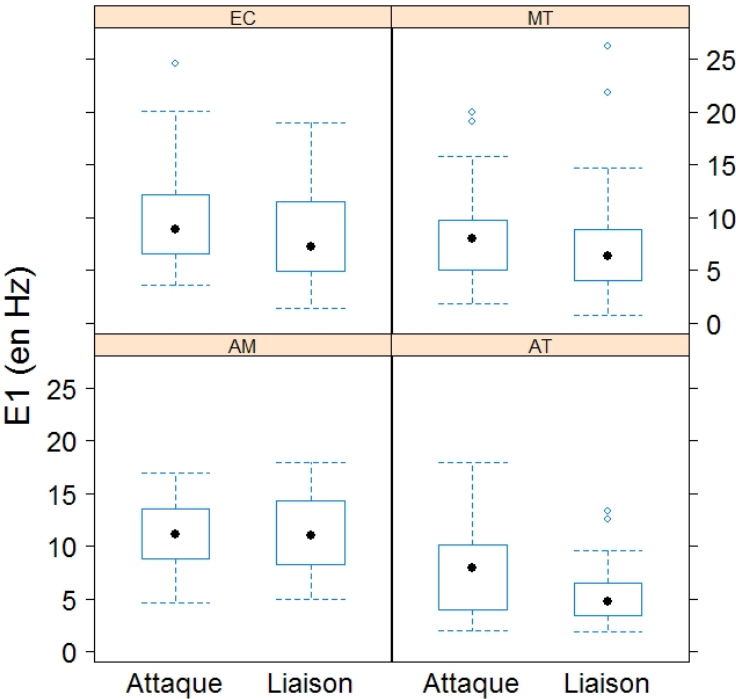


FIGURE 55 – Écart d'intensité E1 de la consonne cible en fonction de la position de la consonne cible, pour chaque locuteur

	AM	AT	EC	MT
Attaque	10.89	7.696	9.737	7.92
Liaison	10.99	5.252	8.01	7.23

TABLE 39 – Moyenne (en Hz) des écarts E1 en fonction de la position des consonnes cibles, pour chaque locuteur

Le paramètre d'étude E1 ne semble pas affecté par la position qu'occupe la consonne.

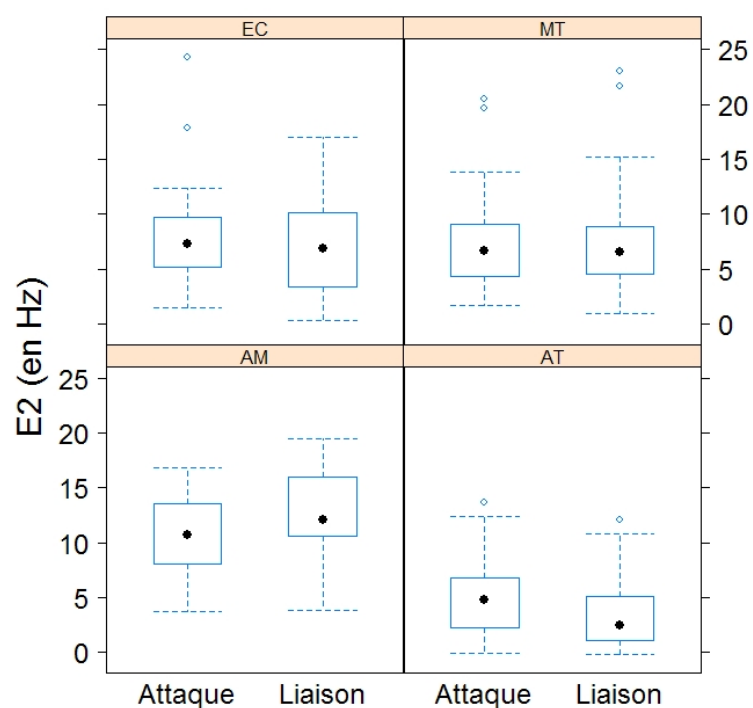


FIGURE 56 – Ecart d'intensité E2 de la consonne cible en fonction de sa position pour chaque locuteur

	AM	AT	EC	MT
Attaque	10.640	5.05	7.76	7.367
Liaison	12.73	3.505	7.052	7.414

TABLE 40 – Moyenne (en Hz) des écarts E2 des consonnes cibles

La position a un effet marginalement significatif sur la variable dépendante « E2 ». En effet, la liaison présente un écart d'intensité 2 plus grand que celui présenté par la consonne d'attaque ($B = 2.043$; $se = 0.854$; $t = 2.392$; $pMCMC < 0.05$).

5.4 Résumé et discussion

Consonne	D	I1	I2	E1	E2
/r/	$L < A$ ***	$L < A$ ***	$L < A$ ***	$L = A$	$L > A$ *

TABLE 41 – Résumé de la comparaison des variables D, I1, I2, E1 et E2 et seuil de significativité où *** correspond à « très significatif », ** à « significatif » et * à « marginalement significatif »

La consonne de liaison suit les mêmes tendances que les précédentes consonnes cibles étudiées. Elle présente en effet une durée ainsi que des intervalles I1 et I2 plus courts en position liaison qu'en position attaque.

La comparaison des écarts d'intensité n'apporte pas la preuve que la nature phonologique de la consonne de liaison influence sa nature phonétique autrement que dans ses propriétés acoustiques.

1 Rappel de la problématique

Nous avons montré, grâce à l'étude de nos données phonétiques et aux données provenant de la psycholinguistique, que le statut phonologique particulier que présente la consonne de liaison affecte sa réalisation phonétique. Inversement, sa réalisation phonétique affecte les processus de reconnaissance lexicale employés par les locuteurs.

Nous avons vu dans la section 3.1 page 29 que les locuteurs sont (1) capables d'utiliser leurs connaissances lexicales pour désambiguïser la situation de liaison et (2) sensibles aux caractéristiques phonétiques qu'adopte la consonne de liaison. En d'autres termes, les locuteurs utilisent indifféremment le niveau phonologique et le niveau phonétique pour résoudre un problème de segmentation.

Comme nous l'avons précisé dans l'introduction et la problématique de ce travail, la phonologie articulatoire repose sur le principe qu'il existe une influence mutuelle entre niveau phonologique et niveau phonétique et qu'une séparation de ces deux modules ne permet pas de rendre compte des processus de variations aussi bien graduels que catégoriels inscrits dans la Grammaire des langues.

En utilisant la même unité pour les composantes phonologique et phonétique, la phonologie articulatoire rejette *de facto* l'existence d'un quelconque module d'implémentation ou de dérivation qui ferait le lien entre représentations profonde et de surface.

Dans la théorie autosegmentale, la représentation de « sortie » sous-tend qu'un segment

coda abandonnerait son identité²² au profit d'un segment attaque par un processus de resyllabation qui permettrait de satisfaire le Principe du Contour Obligatoire (Goldsmith, 1976) selon le schéma suivant :

Consonne de coda → consonne d'attaque / _mot à initiale vocalique

Dans ce modèle, on a donc une perte d'information sérieuse sur l'identité phonologique d'un segment entre l'input et l'output. Or, nous avons montré tout au long de nos investigations, qu'en aucun cas la consonne de liaison ne semblait s'apparenter au niveau phonétique à une consonne d'attaque. Le processus de dérivation qui transforme une consonne de coda flottante en une consonne d'attaque présente la limite de ne pas conserver au niveau de la surface, une trace du statut phonologique primitif du segment concerné.

De la même façon, nous avons montré que dans le modèle à exemplaires la consonne de liaison ne se démarquait aucunement de la consonne d'attaque. Ce précept rend impossible une quelconque interprétation des résultats liés à la surdité phonologique à laquelle la consonne de liaison est sujette.

Nous cherchions donc à travers cette étude à lier de manière plus étroite les formes phonologique et phonétique associées à la consonne de liaison tout en restant cohérent avec les données issues des travaux psycholinguistiques.

Dans cette thèse, nous nous sommes donc tournée vers un modèle utilisant une seule et même unité afin de lier les différents niveaux structurels du langage.

Nous avons fait l'hypothèse que la phonologie articulatoire n'attribue pas la même unité phonologique aux deux consonnes et que la spécificité structurelle de la consonne de liaison se traduit ainsi par un paramétrage spatio-temporel du couplage de la consonne avec les voyelles adjacentes différent de celui présenté par la consonne d'attaque. Nous avons émis trois hypothèses sur la façon dont le couplage pouvait différer entre les deux consonnes.

22. Dans les cas d'une liaison enchaînée.

2 Principaux résultats

2.1 Des structures coordinatives utilisées similaires ...

Comme nous l'avons vu dans le chapitre 2 page 51, les gestes articulatoires sont des systèmes dynamiques impliquant une ou plusieurs structures coordinatives spécifiées dans le temps et l'espace par des variables quantitatives indiquant le degré et le lieu de la constriction.

Même si la consonne de liaison n'est pas assimilable à un Geste, nous pensons que les gestes utilisés durant sa production vont se regrouper pour former les mêmes structures coordinatives que celles utilisés pour produire les Gestes /n/, /z/, /t/ et /r/ en phonologie articulatoire.

Nous résumons dans le tableau suivant les structures coordinatives employées dans la production de l'ensemble de nos consonnes cibles qui précisent les articulateurs concernés ainsi que la nature et le lieu de la constriction.

	Structures coordinatives employées	Articulateurs impliqués	Lieu d'articulation	Degré d'articulation
/n/	- Pointe de la langue - + Velum	- Pointe de la langue - Corps de la langue - Mâchoire - + Voile du palais	- Alvéolaire - + Vélair	- Totale - + Large
/z/	Pointe de la langue	- Pointe de la langue - Corps de la langue - Mâchoire	Alvéolaire	Critique
/t/	Pointe de la langue	- Pointe de la langue - Corps de la langue - Mâchoire	Alvéolaire	Totale
/r/	Corps de la langue	- Corps de la langue - Mâchoire	Nos données répertorient les lieux : - Alvéolaire - Vélair - Uvulaire	Critique

TABLE 42 – Description des phonèmes /n/, /z/, /t/ et /r/ en phonologie articulatoire

2.2 ... mais qui diffèrent dans leur paramétrage dynamique

2.2.1 Couplage dynamique

Nos résultats confirment de manière systématique la durée moindre de la consonne de liaison par rapport à la consonne d'attaque.

D'une façon générale, les résultats obtenus montrent que les intervalles I1 et I2 tendent à être moins longs pour les consonnes de liaison que pour les consonnes d'attaque, que la consonne soit nasale ou obstruante.

Il existe donc une différence d'organisation temporelle, de couplage, selon l'identité phonologique de la consonne.

En plus de nous informer sur la coordination temporelle des différents segments impliqués, ces paramètres viennent apporter la preuve de la justesse de notre segmentation manuelle. La durée moindre de la consonne de liaison pourrait en effet être soumise à controverse quant aux choix d'étiquetage par exemple ou sur le fait qu'il existe un conflit d'intérêt dans le fait que ce soit l'auteure de cette thèse qui ait à la fois étiqueté et interprété les résultats. Or, les paramètres I1 et I2 sont des paramètres robustes, calculés de manière automatique et qui ne peuvent être remis en cause. Nous avons élaboré nos hypothèses sur le fait que si la consonne de liaison était plus courte alors I1 et/ou I2 devaient l'être également. La réciproque est également vraie, si I1 et I2 sont plus courts alors c'est que la consonne de liaison l'est aussi.

Concernant les paramètres de vitesse, nos résultats indiquent une très légère asymétrie entre les phases d'ouverture et de fermeture entre la consonne de liaison /z/ et la consonne d'attaque équivalente sans pour autant venir modifier le couplage avec les voyelles adjacentes.

2.2.2 Degré de constriction

Les données EPG (*MC* + patrons EPG moyens) du locuteur IM révèlent une différence d'appui entre la langue et le palais avec une consonne de liaison /n/ réalisée de manière moins appuyée que ne l'est la consonne d'attaque. Cette différence ne se manifeste pas pour les autres consonnes ; peut-être est-ce une caractéristique propre à la consonne na-

sale. Peut-être aussi que c'est ce phénomène qui explique les résultats trouvés par Nguyen et al. (2007) et Wauquier-Gravelines (1995) sur la surdité phonologique des locuteurs plus forte vis à vis de la consonne de liaison /n/ : moins « saillante, proéminente » que les autres consonnes, la difficulté pour la détecter serait ainsi plus grande.

Ce ne sont que des hypothèses et nous pensons que ce paramètre est celui qui souffre le plus du nombre restreint de locuteurs dans notre étude.

2.2.3 Résumé général

L'ensemble de nos résultats semble indiquer que notre **hypothèse 3** était la bonne. La consonne de liaison présente un couplage plus étroit avec les voyelles adjacentes par rapport à la consonne d'attaque. Ainsi, la consonne de liaison est soumise à une modification quantitative des caractéristiques dynamiques qui lui sont associés. Les mouvements des articulateurs ainsi que les relations entre les gestes consonantique et vocalique sont ré-échelonnés en fonction de la position qu'occupe la consonne de manière graduelle.

3 Un modèle multi-dimensionnel

En intégrant la consonne de liaison en phonologie articulatoire, nous sommes en mesure de résoudre un certain nombre de problématiques soulevées par les modèles phonologiques que nous avons développés dans le chapitre 1 de cette thèse.

En effet, en reliant les différents niveaux structurels du langage par l'utilisation d'une seule et même unité, nous postulons que le locuteur utilise aussi bien les niveaux phonologiques que phonétiques pour mener à bien la segmentation de la chaîne parlée.

Ainsi la connaissance des entrées lexicales du locuteur mais aussi des spécificités de couplage que présente la consonne de liaison par rapport à la consonne d'attaque permettrait et autoriserait le locuteur à ignorer la consonne de liaison afin que l'accès au lexique mental se produise normalement. En d'autres termes, l'encodage phonologique particulier attribué à la consonne de liaison (qui diffère d'un Geste) permettrait à l'auditeur de percevoir la consonne pour ce qu'elle est, une consonne flottante, qui n'a pas à être prise en compte dans le découpage lexical de la chaîne parlée. Les auditeurs seraient

sensibles à sa forme phonétique spécifique qui les renseignerait sur la façon de traiter cet objet, comme un avertissement indiquant « à ne pas prendre en compte ».

Nous avons vu également que la présence d’une consonne de liaison pouvait rendre quelques fois l’accès au lexique plus facile. Nous pensons que ce résultat n’est pas surprenant et qu’il s’accorde parfaitement avec les propos que nous venons de tenir. La consonne de liaison, étant identifiée comme telle par le locuteur, fournit une information **en plus** pour savoir quand le mot 1 finit et quand le mot 2 commence. Les indices acoustiques pourraient ainsi aider l’auditeur à déterminer sur quels endroits du signal allouer un maximum de ressources de traitement afin d’extraire les mots du continuum.

La phonologie articulatoire permet également de rendre compte, tout aussi bien que le modèle d’Encrevé, de la nature flottante associée à cette consonne, qui « couple » ou pas selon le contexte phonémique de réalisation.

En revanche, l’output de ce modèle conserve le statut primitif phonologique de la liaison qui n’est pas assimilée à une consonne d’attaque sur le plan phonétique, comme c’est le cas en phonologie autosegmentale.

4 Perspectives de recherche

4.1 Augmenter le nombre de locuteurs

Pour présenter des résultats significatifs et surtout représentatifs de la population, les expériences d’électropalatographie sont généralement réalisées sur 4 à 5 sujets, ce qui reste dans l’absolu peu, mais compréhensible vu la difficulté de mise en place et le coût de ces expériences. Or, notre étude se limite à 2 sujets.

À l’origine, nous en avons enregistré 3 mais les productions du troisième locuteur, n’étant pas familiarisé avec ce type de matériel, présentaient des anomalies dans la fluence. La parole ne semblait pas du tout naturelle et nous avons donc préféré exclure ces informations qui nous semblaient influencer sur l’ensemble des résultats de manière erronée.

L’absence du troisième locuteur, écarté de l’analyse, a entraîné, du même coup, une absence de majorité au sein des résultats. À cause de cela, nous nous sommes retrouvés devant la situation redoutée, c’est-à-dire l’impossibilité de discriminer la tendance

générale de la tendance marginale lorsque deux résultats s'affrontaient pour un même paramètre (nous pensons notamment au maximum de contacts relevé chez IM et YM pour la consonne /n/). En conséquence, rien ne nous permettait de distinguer de quel côté « la balance penchait ».

4.2 Un contrôle plus rigoureux du corpus

Nous sommes conscients que le corpus proposé demande à être amélioré. La difficulté, dans la création de ces corpus, résidait dans le fait que plusieurs contraintes devaient être réunies **simultanément** :

- Le rang d'apparition de la consonne.
- Le nombre de syllabes dans la phrase porteuse.
- Un contexte phonétique identique au sein de chaque groupe.
- Une phrase qui ne devait pas être « bateau », dans le sens où nous souhaitions avoir des phrases qui pouvaient exister.
- Une liaison de type obligatoire afin d'être sûr que le locuteur la produise.

Toutes ces contraintes nous ont conduit à utiliser des contextes grammaticaux différents comme par exemple : déterminant + nom (e.g. *un* [n] *auteur*), adjectif + nom (e.g. *jeune* [n] *agent*), après un adverbe monosyllabique (e.g. *très* [z] *ému*) ou encore après une préposition monosyllabique (e.g. *en* [n] *Asie*).

Nous pensons, de manière purement hypothétique, que l'utilisation d'un seul et même *pattern* grammatical permettrait d'améliorer nos résultats.

4.3 Préciser et compléter les paramètres d'étude

C'est toujours « après coup » que l'on se rend compte des nombreux autres paramètres qui auraient pu être utilisés pour caractériser et décrire nos consonnes. À ce stade de la rédaction, nous pensons entre autres à :

(1) La durée de chaque phase de la consonne et pas seulement sa durée lorsque celle-ci prédomine dans le signal acoustique :

- Durée de l'établissement de la constriction.
- Durée de la tenue de la constriction et de la constriction maximale comme explicité dans le point (3).
- Durée de relâchement de la constriction.
- Durée du geste consonantique dans sa totalité.

Nous aurions pu, grâce à ces données, effectuer un ratio de chaque phase par rapport à la durée totale de la consonne, toujours afin de comparer consonne de liaison et consonne d'attaque.

(2) Les paramètres concernant les pics de vitesse dans la mise en place et dans le relâchement de la consonne, bien qu'intéressants, sont relativement limités dans le sens où ils ne fournissent une donnée qu'à un instant t . Nous aurions souhaité modéliser les pentes relatives à l'augmentation et à la diminution du nombre de contacts afin d'obtenir une information plus générale en effectuant :

- Pour la fermeture, la différence entre le nombre de contacts relevé au début de la constriction maximale et le nombre de contacts relevé au début du geste de fermeture.
- Pour l'ouverture, la différence entre le nombre de contacts relevé à la fin de la constriction maximale et le nombre de contacts relevé à la fin du geste d'ouverture.

Nous aurions de plus répertorié les instants t où nous avons relevé les différentes mesures. Grâce à toutes ces données, nous aurions pu au moyen d'un calcul trigonométrique établir l'angle de la pente relative à la fermeture et à l'ouverture de la consonne selon la formule suivante (cf. figure 57) :

$$\widehat{\alpha}_1 = \tan \widehat{\alpha}_1^{-1}\left(\frac{x_2-x_1}{t_2-t_1}\right) \text{ et } \widehat{\alpha}_2 = \tan \widehat{\alpha}_2^{-1}\left(\frac{x_3-x_4}{t_4-t_3}\right)$$

Nous pensons que ces paramètres donneraient une indication plus pertinente quant aux vitesses de mise en place et de relâchement de la consonne.

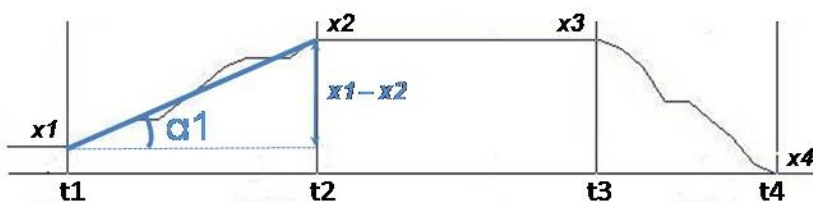
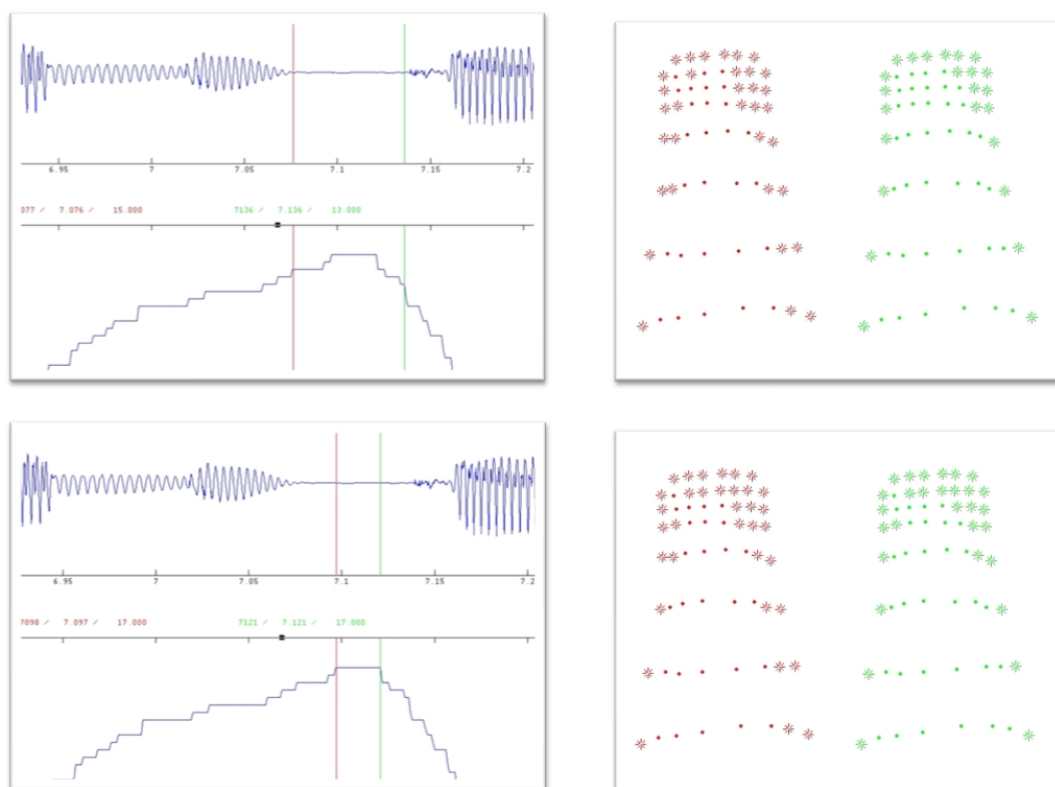


FIGURE 57 – Mode de calcul de la tangente relative à la phase de fermeture de la consonne

(3) Nous aurions souhaité détailler un peu plus le paramètre lié à la tenue de l'occlusion. En effet, d'autres analyses auraient pu être menées pour caractériser le degré de constriction des consonnes d'attaque et de liaison.

FIGURE 58 – Différence entre les paramètres TO (en haut) et TO_{max} (en bas) aux niveaux acoustique et articulatoire (segment de phrase extrait du corpus Népal)

En plus de la tenue *TO* de l’occlusion, étudiée pour les corpus Népal et Téléphone, nous aurions aimé nous pencher sur le paramètre *TOmax* qui renverrait à la tenue maximale de l’occlusion, c’est-à-dire à l’intervalle de temps durant lequel l’occlusion est maintenue **et** maximale. Pour le corpus Zébu, nous aurions pu, de ce fait, étudier également ce paramètre correspondant au temps durant lequel la constriction est maximale, c’est-à-dire le temps durant lequel le canal fricatif est le plus étroit.

Pour plus de clarté, la différence entre ces deux paramètres est représentée dans la figure 58 ci-dessus.

4.4 Étendre la méthodologie expérimentale à d’autres consonnes

Nous souhaitons prochainement élargir nos analyses aux consonnes d’enchaînement et de milieu de mot. Les corpus pour mener à bien cette étude sont déjà montés et enregistrés (cf. chapitre 4.4 page 139, condition [2] et [3]). Ils suivent les mêmes consignes que celles appliquées aux corpus initiaux (nombre de syllabes, rang d’apparition de la consonne cible, neutralisation du contexte phonétique).

Nous avons en effet fait l’hypothèse que la consonne de liaison, ne s’apparentant pas à une consonne d’attaque, était une consonne singulière présentant sa propre dynamique. Nous souhaiterions toutefois confirmer ce résultat en comparant la dynamique articulatoire de la consonne de liaison avec celle présentée par l’ensemble des consonnes fixes et tout particulièrement la consonne d’enchaînement.

CONCLUSION

Cette étude portait, de manière spécifique, sur la comparaison des caractéristiques acoustiques et articulatoires des consonnes de liaison comparées aux consonnes d'attaque.

Sur le plan méthodologique, l'utilisation de l'EPG s'est avérée satisfaisante pour observer les mouvements linguaux des consonnes occlusives alvéolaires sur les deux plans spatial et temporel. Même si cet outil ne fournit pas un enregistrement direct du mouvement lingual, cette technique nous a permis de restituer justement les déplacements et le timing des gestes articulatoires associés aux consonnes étudiées.

Plus généralement, cette étude portait sur les relations étroites qu'entretiennent les différents niveaux structurels du langage. Nous avons souhaité à travers cette étude établir un lien entre les différentes disciplines qui « abordent » la question du langage : la phonologie, la phonétique et la psycholinguistique et contribuer ainsi à mieux comprendre de quelle façon le niveau représentationnel / symbolique est relié aux aspects physiques de la parole.

Pour ce faire, nous avons utilisé un phénomène phonologique connu pour la fenêtre qu'il ouvre sur les mécanismes abstraits de la parole comme l'acquisition du lexique chez l'enfant ou encore la segmentation de la parole continue.

Nous avons tenté une approche totalement inédite, un essai de modélisation de la liaison dans un modèle dans lequel elle n'avait encore jamais été abordée : la phonologie articulatoire.

Nous avons montré que ce modèle était capable sur le plan phonologique de rendre compte, tout aussi bien que le modèle d'Encrevé, des différentes possibilités de segmen-

tation syllabique opérées par le locuteur tout en conservant au niveau phonétique la spécificité de la consonne de liaison.

Nous avons émis des hypothèses sur les différences possibles de couplage de la consonne de liaison avec les voyelles adjacentes et les avons testées expérimentalement. Nous avons montré, à travers l'étude de différents paramètres, que l'articulation de la consonne est affectée selon la position qu'elle occupe en présentant des différences de couplage avec les voyelles adjacentes par rapport à une consonne d'attaque placée dans un contexte d'apparition équivalent.

Nous pensons qu'il est en effet primordial d'effectuer de manière systématique le « va-et-vient » entre les différentes disciplines afin de construire des modèles cognitifs qui rendent compte tout aussi bien des procédures mentales mises en œuvre que des pratiques attestées en perception et en production de la parole.

1 Corpus Népal

- 1.1 Il dépasse un nageur au milieu du bassin
- 1.2 J'ai accueilli un jeune agent qui vient d'entrer en service
- 1.3 Ils ont aperçu un renard à l'entrée du sentier
- 1.4 Elle repasse un habit qu'elle veut porter pour la fête

- 2.1 L'eau est un bien naturel qu'il faut savoir préserver
- 2.2 Je suis sûr qu'ils tiennent à résoudre cette affaire tout seuls
- 2.3 La rencontre aura lieu au sénat en juillet
- 2.4 Il a bien appris sa leçon pour le contrôle de géo

- 3.1 Ils ont choisi un certain Nathan pour diriger leur équipe
- 3.2 Ils travailleront à Rennes à partir de janvier
- 3.3 La courroie de freinage a été réparée
- 3.4 C'est un lointain ami qui les appelle de temps en temps

- 4.1 On consultera ton notaire pour les droits de succession
- 4.2 Ils sont allés dans la Saône aux vacances de février
- 4.3 Ils ont éteint la sono quand les voisins se sont plaint
- 4.4 Il rentre à son hôtel récupérer sa valise

- 5.1 J'ai appris qu'un notable était mêlé à cette affaire

- 5.2 Tu conduiras les jeunes au restau dans la soirée
- 5.3 Il est assez penaud d'avoir raté son examen
- 5.4 Il critique un auteur dont les idées sont dépassées

- 6.1 Il a vendu son navire pour renflouer sa société
- 6.2 Ils veulent forcer leur bonne à payer un loyer
- 6.3 Ils utilisaient un sonar pour repérer les poissons
- 6.4 J'ai appelé ton avocat pour demander le dossier

- 7.1 Ils sont allés en plein Népal pour effectuer ce reportage
- 7.2 J'ai toujours eu beaucoup de veine et j'en suis bien conscient
- 7.3 Je les ai vus traîner dans le couloir après le cours
- 7.4 Il a stoppé en plein élan quand le juge a levé son drapeau

- 8.1 Elle s'est blessée en nageant et elle doit se reposer
- 8.2 Ce sont des pannes assez fréquentes et difficiles à réparer
- 8.3 C'est un projet banal et je le trouve sans intérêt
- 8.4 Il veut se rendre en Asie pour compléter sa formation

2 Corpus Zébu

1.1 Les délégués zaïrois sont arrivés ce matin

1.2 J'ai terminé ma thèse à l'automne dernier

1.3 J'ai découvert un lézard au pied du mur

1.4 On recueillera tous les avis sur la question

2.1 On a épié des zébus sur les bords du lac

2.2 Leur parti a quinze élus au parlement

2.3 Il a pu aisément traverser la frontière

2.4 Pierre a été très ému par la nouvelle

3.1 Ils veulent faire les zouaves pour faire rire les copains

3.2 On ramènera des fraises ou des mûres pour le dessert

3.3 Il faudra bien résoudre le problème tôt ou tard

3.4 On rangera tes ouvrages en haut de l'étagère

4.1 On ira voir les zoos de Vincennes et de Thoiry

4.2 Il y a encore des braises au fond du foyer

4.3 J'ai acheté la maison de mes rêves cet été

4.4 Tu prendras des oranges pour la salade de fruits

5.1 Il y a des zéros partout dans le tableau

5.2 On a eu seize élèves qui ont réussi au bac

5.3 J'ai rapporté du raisin du marché ce matin

5.4 J'ai remis des écrous en haut du radiateur

6.1 Ces fichus zigotos me cassent vraiment les pieds

6.2 C'est la ruse idéale pour ne pas travailler

6.3 La musique italienne est la meilleure de toutes

6.4 Les plus idiots d'entre eux ont perdu la partie

7.1 On a vu de beaux zèbres devant le chapiteau

7.2 Il y avait une dose élevée de mercure dans ce produit

7.3 Elle a mis des groseilles sur le gâteau d'anniversaire

7.4 Vous garderez vos étriers une fois montés en selle

8.1 On dirait des zombis dans cet accoutrement

8.2 On est à l'aise en sandales quand il fait chaud l'été

8.3 Tu as raison de dire qu'elle est trop susceptible

8.4 J'ai entrevu des ombres s'enfuyant dans le parc

9.1 Il repart au zénith pour son nouveau concert

9.2 Il faut revoir les choses et mieux communiquer

9.3 On prendra du rosé pour accompagner le fromage

9.4 Il donne à boire aux éléphants tous les matins

10.1 Ça cartonne au zapping le lundi sur Canal

10.2 Elle veut mettre des roses à la place des géraniums

10.3 Il n'y a pas de lien causal entre ces deux phénomènes

10.4 On a revu nos amis le jour du réveillon

11.1 J'ai repéré les zones où l'avion a pu tomber

11.2 Il en donnera treize au prix de la douzaine

11.3 On a parcouru un réseau de galeries souterraines

11.4 On a pris des oreillers pour dormir dans la voiture

12.1 Regarde-moi ces zonards traîner dans le couloir

12.2 Toutes les chaises ont été empilées au fond du jardin

12.3 On recherche un trésor au fond du lagon

12.4 J'ai trouvé de vraies aubaines avant-hier au marché

3 Corpus Téléphone

- 1.1 Il a offert un grand téléviseur à sa mère
- 1.2 Une parente éloignée les a adoptés tous jeunes
- 1.3 Il est souvent hanté par les souvenirs du passé
- 1.4 Il a vu un grand éléphant dans un documentaire

- 2.1 Il utilise un petit tamis pour répartir la farine
- 2.2 Elle publie une petite annonce pour vendre sa voiture
- 2.3 Ils ont découvert l'Italie du sud le mois dernier
- 2.4 Elle a quitté son petit ami avant le mariage

- 3.1 Les enfants taquins chahutent dans le parc ombragé
- 3.2 Il chante à tue-tête le matin lorsqu'il est sous la douche
- 3.3 Il a conçu un projet rentable sur le long terme
- 3.4 Il a fabriqué le plus grand avion du monde

- 4.1 Un enseignant tenace a protesté durant la grève
- 4.2 Une adolescente euphorique s'est introduite chez son idole
- 4.3 Cette usine dégage une puanteur difficile à supporter
- 4.4 Cela s'est déroulé devant eux hier après-midi

- 5.1 Ils ont tamisé la lumière pour ne pas le réveiller
- 5.2 Il a eu honte à cause de sa maladresse de la veille
- 5.3 C'est son comptable qui gère les affaires de sa société
- 5.4 Alex et Fred sont amis depuis qu'ils sont enfants

- 6.1 Il a guéri sa timidité en allant au cours de théâtre
- 6.2 C'est la date idéale pour partir en vacances
- 6.3 Il rénove une bâtisse provençale avec quelques copains
- 6.4 Elle habite un charmant immeuble non loin de chez vous

- 7.1 Il commit tant de crimes qu'il passa toute sa vie en prison
- 7.2 Elle habite en France depuis dix ans maintenant

7.3 Les gitans se sont retrouvés aux saintes pour le quinze août

7.4 Il a vu un petit enfant faire la manche dans la rue

8.1 Il fredonne une chanson toscane de son enfance

8.2 Il a ouvert un compte offshore aux îles Caïmans

8.3 Il respecte la déontologie de la profession

8.4 Ils vont au cinéma chaque mercredi après midi

4 Corpus Ralliement

1.1 Il a goûté son premier rhum lors d'un voyage aux Antilles

1.2 Il a fait une carrière obstinée dans le management

1.3 Elle est allée dans l'Hérault pendant ses congés d'août

1.4 Il fut le premier homme à voyager dans l'espace

2.1 Il profite d'un dernier répit avant les partiels de juin

2.2 Le tour va faire étape dans une ville à côté de Lyon

2.3 Il a mis son béret le soir de la bodéga

2.4 Il a arraché le dernier épi de son champ de maïs

3.1 Il aimait raconter ses histoires de jeunesse

3.2 C'est la dernière arrivée qui fait la vaisselle

3.3 Il a dérapé et glissé le long de la corniche

3.4 C'est le premier avion à être équipé de radar

4.1 C'est le dernier ralliement qui a joué en leur faveur

4.2 On s'est vu hier après-midi pour manger une glace

4.3 Olivier s'assiera devant face aux invités

4.4 Il ajoute le dernier aliment à sa recette spéciale

5.1 Il a obtenu un léger rabais sur ce pantalon

5.2 Elle veut plaire à tout prix à sa nouvelle belle-mère

5.3 Il a acheté une caméra pour tourner son film

5.4 Il a écrit son premier article à l'âge de quinze ans

6.1 Il est sorti des rangs pour protester contre la guerre

6.2 J'ai cassé mon verre en cristal durant le repas

6.3 Le gérant de cette société m'a proposé un entretien

6.4 Il a du faire un léger emprunt pour payer sa voiture

7.1 Elle a acheté des rosiers sur le marché ce matin

7.2 C'est la dernière occasion de profiter des soldes

7.3 On a pris l'apéro chez mes parents hier soir

7.4 Il a présenté le dernier objet de sa collection

8.1 Elle portait des rubans noués dans ses cheveux

8.2 On a eu un hiver humide l'année dernière

8.3 Il est fêru de tout ce qui se rapporte au sport

8.4 C'est dans un léger uniforme gris que l'hôtesse les a accueillis

RÉFÉRENCES

- Autesserre, D., & Chafcouloff, M. (1998a). Distribution and contextual adaptability of approximant and constrictive variants of /R/ in spontaneous speech : An acoustical approach. In *Sound patterns of spontaneous speech*.
- Autesserre, D., & Chafcouloff, M. (1998b). L'extraction et la mise en relation des indices acoustiques de /R/ en français : Première étape d'une analyse phonétique intégrée. *Travaux de l'Institut de phonétique d'Aix*, 18, 13–35.
- Boersma, P., & Weenink, D. (2010). Praat : doing phonetics by computer [computer program]. *version*, 5, 42.
- Boula De Mareuil, P., Adda-Decker, M., & Gendner, V. (2003). Liaisons in French : a corpus-based study using morpho-syntactic information. In *Proceedings of XVth International Congress of Phonetic Sciences* (pp. 1329–1332). Barcelone, Espagne.
- Browman, C., & Goldstein, L. (1986). Towards an articulatory phonology. *Phonology Yearbook*, 3, 219–252.
- Browman, C., & Goldstein, L. (1990a). Gestural specification using dynamically-defined articulatory structures. *Journal of Phonetics*, 18(3), 299–320.
- Browman, C., & Goldstein, L. (1990b). Gestural specification using dynamically-defined articulatory structures. *Journal of Phonetics*, 18, 299–320.

- Browman, C., & Goldstein, L. (1990c). Tiers in articulatory phonology, with some implications for casual speech. In J. Kingston & M. Beckman (Eds.), *Papers in Laboratory Phonology I : Between the Grammar and Physics of Speech* (pp. 341–376). Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Browman, C., & Goldstein, L. (1995). Gestural Syllable Position Effects in American English. In F. Bell-Berti & L. Raphael (Eds.), *Producing Speech : Contemporary issues* (pp. 19–34). New York : AIP Press.
- Browman, C., & Goldstein, L. (2000). Competing constraints on intergestural coordination and self-organization of phonological structures. *Les cahiers de l'ICP, Bulletin de la communication parlée*, 5, 25–34.
- Bybee, J. (2001). *Phonology and Language Use*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Bybee, J. (2005). La liaison : effets de fréquence et construction. *Langages*, 158, 24–37.
- Byrd, D. (1994). Palatogram reading as a phonetic skill : a short tutorial. *Journal of the International Phonetic Association*, 24(1), 21–34.
- Calliope, L. (1989). *La parole et son traitement automatique*. Paris : Masson.
- Chafcouloff, M. (1985). Quelques variantes de /r/ en français méridional. Etude acoustique. *Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix*, 10, 101–120.
- Chomsky, N., & Halle, M. (1968). *The sound pattern of English*. New-York : Harper & Row.
- Coquillon, A., & Astésano, C. (2008). A multiparametric phonetic investigation of liaison in standard and meridional French. In *Colloque pfc international 2008 : Structures des français en contact*. Nouvelle-Orléans, Louisiane, USA.
- Dejean De La Bâtie, B. (1993). *Word boundary ambiguity in spoken Fench*. PhD Thesis, Monash University, Victoria, Australia.
- Delattre, P. (1947). La liaison en français, tendances et classification. *The French Review*, XXI(2), 148–157.

-
- Delattre, P. (1966). *Studies in French and comparative phonetics : Selected papers in French and English*. La Hague : Mouton.
- Delattre, P. (1969). L'r parisien et autres sons du pharynx. *The French Review*, XLIII, 5–22.
- Dell, F. (1973). *Les règles et les sons : introduction à la phonologie générative*. Paris : Hermann.
- Durand, J., Laks, B., & Lyche, C. (2002). La Phonologie du français contemporain (PFC) : usages, variétés et structure. *Romanistische Korpuslinguistik : Korpora und gesprochene Sprache, Romance corpus linguistics : corpora and spoken language*, 93.
- Durand, J., Laks, B., & Lyche, C. (2005). Un corpus numérisé pour la phonologie du français. *La linguistique de corpus*, 205–217.
- Durand, J., & Lyche, C. (2008). French liaison in the light of corpus data. *Journal of French Language Studies*, 18(1), 33–66.
- Encrevé, P. (1988). *La liaison avec et sans enchaînement : phonologie tridimensionnelle et usages du français*. Paris : Le Seuil.
- Encrevé, P., & Scheer, T. (2005). L'association n'est pas automatique. In *Proceedings of the VIIth Annual Meeting of the French Network of Phonology* (pp. 23–24). Aix-En-Provence, France.
- Fougeron, C. (2005). La phonologie articulatoire : une introduction. In N. Nguyen, S. Wauquier-Gravelines, & J. Durand (Eds.), *Phonologie et phonétique, forme et substance* (pp. 265–290). Paris : Hermès.
- Fougeron, C., & Delais-Roussarie, E. (2004). Liaisons et enchaînement « Fais-en à Fez en parlant ». In *Actes des XXVèmes journées d'études sur la parole*. Fès, Maroc.
- Gaskell, M., Spinelli, E., & Meunier, F. (2002). Perception of resyllabification in French. *Memory and Cognition*, 30(5), 798–810.
- Goldinger, S. (1996). Words and voices : Episodic traces in spoken word identification

- and recognition memory. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, 22(5), 1166.
- Goldsmith, J. (1976). An overview of autosegmental phonology. *Linguistic Analysis*, 2(1), 23–68.
- Hardcastle, W., Morgan Barry, R., & Nunn, M. (1989). Instrumental articulatory phonetics in assessment and remediation : case studies with the electropalatograph. In J. Stengelhofen (Ed.), *Cleft Palate : The Nature and Remediation of Communication Problems* (pp. 136–164). Edinburgh : Churchill Livingstone.
- Hawkins, S. (1992). An introduction to task dynamics. *Papers in laboratory phonology II : gestures, segments, prosody*.
- Hawkins, S., & Nguyen, N. (2003). *Temporal Integration in the Perception of Speech : Introduction* (N° 31).
- Jakobson, F. G., R., & Halle, M. (1952). *Preliminaries to speech analysis : The distinctive features*. Cambridge, Massachusetts : MIT Press Cambridge.
- Johnson, K. (1997). Speech perception without speaker normalization : An exemplar model. *Talker variability in speech processing*, 145–165.
- Kaye, J., & Lowenstamm, J. (1984). De la syllabicité. In F. Dell, D. Hirst, & J.-R. Vergnaud (Eds.), *Forme sonore du langage : Structure des représentations en phonologie* (pp. 123–159). Paris : Hermann.
- Klatt, D. (1979). Speech perception : A model of acoustic-phonetic analysis and lexical access. *Journal of Phonetics*, 7, 279–312.
- klausenburger, J. (1984). *French Liaison and linguistic theory*. Wiesbaden : F Steiner.
- Larnel, L., Gauvain, J., & Eskenazi, M. (1991). BREF, a large vocabulary spoken corpus for French. In *Second european conference on speech communication and technology*.
- Leben, W. (1973). *Suprasegmental phonology*. Cambridge, Massachusetts : MIT.
- Löfqvist, A. (1990). Speech as audible gestures. *Speech production and speech modelling*,

- Long, M. (1978). Discussion of Klausenburger's paper. *Studies in French Linguistics*, 1(2), 21–26.
- Mallet, G.-M. (2008). *La liaison en français : descriptions et analyses dans le corpus PFC*. Unpublished PhD dissertation, Université de Paris Ouest Nanterre La défense, Paris.
- Marchal, A. (1988). *La palatographie*. Paris : Editions du Centre national de la recherche scientifique.
- Marchal, A. (2007). *La production de la parole. Coll. TIC et Sciences Cognitives*. Paris : Hermès Science Publications.
- McCarthy, J. (1979). On stress and syllabification. *Linguistic Inquiry*, 10, 443–465.
- Meyer, D., & Schvaneveldt, R. (1971). Facilitation in recognizing pairs of words : Evidence of a dependence between retrieval operations. *Journal of experimental psychology*, 90(2), 227–234.
- Meynadier, Y. (2003). *Interaction entre prosodie et (co)articulation linguopalatale en français*. PhD Thesis, Université de Provence, Aix-En-Provence, France.
- Mousty, P., & Radeau, M. (1990). Brulex : une base de données lexicales informatisée pour le français écrit et parlé. *L'année psychologique*, 90, 551–566.
- Nguyen, N. (1998). Une boîte à outils pour l'analyse des données kinématiques dans la communication multi-modale. In *Orage 98*. Besançon, France.
- Nguyen, N. (2001). Rôle de la coarticulation dans la reconnaissance des mots. *L'année psychologique*, 101(1), 125–154.
- Nguyen, N. (2005). La perception de la parole. In N. Nguyen, S. Wauquier-Gravelines, & J. Durand (Eds.), *Phonologie et phonétique, forme et substance* (pp. 425–447). Paris : Hermès.
- Nguyen, N., Wauquier-Gravelines, S., Lancia, L., & Tuller, B. (2007). Detection of liaison consonants in speech processing in French : Experimental data and theoretical

- implications. *Amsterdam studies in the theory and history of linguistic science series 4*, 282, 3–23.
- Ohman, S. (1966). Coarticulation in vcv utterances : spectrographs measurements. *Journal of the Acoustical Society of America*, 39, 151–168.
- Pike, K., & Pike, E. (1947). Immediate Constituents of Mazateco Syllables. *International Journal of American Linguistics*, 13(2), 78.
- Pisoni, D. (1997). Some thoughts on « normalization » in speech perception. *Talker variability in speech processing*, 9–32.
- R Development Core Team, R. (2006). R : a language and environment for statistical computing. *R foundation for Statistical Computing*.
- Saltzman, E. (1986). Task dynamic coordination of the speech articulators : A preliminary model. In H. Heuer & C. Fromm (Eds.), *Experimental Brain Research Series* (Vol. 15, pp. 129–144). New York : Springer-Verlag.
- Schane, S. (1965). *The phonological and morphological structure of French*. Thèse de doctorat non publiée.
- Spinelli, M. J., E., & Cutler, A. (2002). Resolution of liaison for lexical access in French. *Revue Française de Linguistique Appliquée*, VII(1), 83–96.
- Spinelli, M. J., E., & Cutler, A. (2003). Processing resyllabified words in French. *Journal of Memory and Language*, 48(2), 233–254.
- Troubetskoï, N., Cantineau, J., & Prieto, L. (1976). *Principes de phonologie*. Klincksieck.
- Tukey, J. (1977). Exploratory data analysis. *Reading, MA*.
- Wauquier-Gravelines, S. (1995). Detecting ghost phonemes : the « liaison enchaînée » in French. In *Proceedings of XIIIth international congress of phonetics sciences* (pp. 562–565). Stockholm, Suède.
- Wauquier-Gravelines, S. (1996). *Organisation phonologique et traitement de la parole continue*. Unpublished PhD dissertation, Université Paris VII-Denis Diderot, Paris.

Résumé:

Le travail présenté ici découle de l'observation qu'en linguistique deux modules clairement séparés, le module phonologique et le module phonétique, interviennent dans la production d'un message parlé. Le module phonologique a pour objectif de construire une représentation phonologique abstraite et discrète du message à produire. Cette représentation est alors transmise au module phonétique qui la convertit en une séquence de mouvements articulatoires continus.

Dans cette thèse, nous postulons qu'une séparation totale des domaines de la phonétique et de la phonologie est une position peu souhaitable pour rendre compte du phénomène de resyllabation associé à la liaison.

Les travaux menés en psycholinguistique, et plus particulièrement les données traitant des propriétés acoustiques des consonnes de liaison, semblent indiquer des contradictions avec les présences théoriques telles qu'elles ont été formulées par les modèles dans lesquels ce phénomène a été intégré de manière explicite.

C'est pourquoi nous proposons dans cette thèse, qui s'inscrit dans une perspective résolument nouvelle, d'aborder le problème soulevé par la liaison à travers un cadre théorique nouveau basé sur la phonologie articulatoire.

Proposé par Browman et Goldstein, pour la première fois en 1986, ce modèle présente l'avantage d'une organisation directe entre phonologie et phonétique en utilisant 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.

Nous pensons qu'il est le candidat idéal pour lier le statut structurel de la consonne de liaison à sa réalité phonétique afin d'offrir un réel statut phonologique à ce phénomène si complexe.

Mots-clés:

consonne de liaison, consonne d'attaque, modèle lexicaliste, modèle autosegmental, articulation entre représentations phonologiques et formes phonétiques, phonologie articulatoire, électropalatographie.

