



**Universitat Autònoma
de Barcelona**

Thèse de doctorat

**DÉFICITS DE LA COMPOSANTE PHONÉTI-
PHONOLOGIQUE DANS L'APHASIE ET STRATÉGIES
COMPENSATOIRES.**

*ANALYSE ACOUSTIQUE ET PERCEPTIVE DE PRODUCTIONS CONSONANTIQUES DE
SUJETS HISPANOPHONES*

Anna Katarzyna MARCZYK

Directrice de thèse: Dr. Lorraine BAQUÉ MILLET

Universitat Autònoma de Barcelona
Facultat de Filosofia i Lletres - Departament de Filologia Francesa i Romànica
Doctorat en Llengües i Cultures Romàniques

Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), 2015

Moim Rodzicom Krystynie i Krzysztofowi

oraz

Barbarze Jagielto

Remerciements

Arrivée au terme de cette thèse, je souhaiterais exprimer ma profonde gratitude à tous ceux qui m'ont accompagnée pendant ce long trajet. Je souhaite exprimer mes remerciements les plus sincères :

Au Dr. Lorraine Baqué qui a accepté de diriger ce travail de recherche. Je ne saurais trop la remercier pour sa confiance infaillible en ce projet, ses encouragements, ses lectures et relectures toujours attentives et avisées, pour nos débats à ferveur égale de près et de loin, pour m'appuyer autant que pour me combattre, et pour sa générosité sans égale dont elle m'a fait preuve tout au long de ce chemin.

Aux membres du jury, Dr. Juana Gil Fernández, Dr. Cécile Fougeron et Dr. Noël Nguyen, pour me faire l'honneur de lire mon travail.

Au Prof. Jean-Luc Nespoulous pour ses lectures, ses orientations et ses encouragements, et tout particulièrement pour son enthousiasme vibrant et contagieux ; et à Monique Nespoulous, pour son amabilité, son chaleureux accueil à la grange et pour nos conversations. Votre amitié m'est très précieuse.

A Joaquim Llisterri, ami infaillible et collègue phonéticien, pour sa patience à toute épreuve devant mes essais culinaires et mes questions phonético-phonologiques trop abstraites, pour les lectures et les commentaires de mes travaux souvent cryptiques (mes travaux, pas ses commentaires !), et pour me rappeler à tout instant que « la creatividad no está reñida con el método ».

A Carme Majós de l'Hospital Universitari de Bellvitge, pour son amitié et pour m'avoir accueillie dans le centre de réhabilitation où j'ai recruté des patients pour cette étude.

A tous les participants qui ont consacré si généreusement leur temps et leur parole, et sans qui cette étude n'aurait jamais vu le jour.

A Mireia Torralba de la Universitat de Manresa que m'ha donat l'oportunitat de treballar en un tema que m'apassiona.

Ma gratitude s'adresse également aux institutions qui ont financé cette recherche, la *Universitat Autònoma de Barcelona* et le *Ministerio de Ciencia e Innovación* (Espagne), qui a subventionné les projets COGNIFON I et II, HUM2006-06582 et FFI2010-15320, sous la direction de Lorraine Baqué.

Un grand merci à mes collègues du *Département de Filologia Francesa i Romànica* de l'UAB : Angels, Alba, Marta, Martine, Zenia et Marcel. Merci à tous mes amis barcelonais, et particulièrement à Sadia pour sa solidarité désintéressée aux moments cruciaux. Merci encore à Przemek, Kasia et à Paulinka.

Dziękuję również Prof. Krzysztofowi Bogackiemu i Krystynie Bogackiej za coroczne odwiedziny w Barcelonie!

Dziękuję Stasię, który jest tylko trochę starszy od tej pracy, za wielką radość, jaką mi sprawia codzienne obserwowanie, jak rośnie i jak się ze mną nie zgadza.

Dziękuję Rodzinie za miłość i wsparcie, szczególnie Mamie, na której pomoc zawsze mogłam liczyć i Tacie, za jego dyskretne, lecz dla mnie zawsze głęboko odczuwalne zrozumienie i wsparcie. Oraz Uli, Gosi, Mai, Jasiowi i innym, z którymi widywałam się rzadziej niżbym chciała.

I na końcu, choć w pewnym sensie, na początku, dziękuję Barbarze Jagiello, której lekcje polskiego wciąż pamiętam. Z pewnością to one zadecydowały o dziedzinie, jaką wybrałam.

Table des matières

<i>Remerciements</i>	5
<i>Résumé</i>	14
<i>Abstract</i>	15
<i>Resumen</i>	16
<i>Introduction</i>	21
Partie I	25
Cadre théorique	25
CHAPITRE 1	27
CONCEPTUALISATION DE LA RELATION ENTRE LA PHONÉTIQUE ET PHONOLOGIE : DES CONCEPTS LINGUISTIQUES AUX MODÈLES PSYCHOLINGUISTIQUES	27
<i>Introduction</i>	27
Phonétique et phonologie du point de vue linguistique	27
Phonétique et phonologie du point de vue psycholinguistique	30
<i>Éléments structuro-fonctionnels des architectures de la production verbale</i>	35
Éléments constitutifs	35
Transmission de l'information	36
Nature des représentations	41
<i>Hypothèses sur les mécanismes pathogènes au niveau de l'encodage phonologique</i>	44
<i>Hypothèses sur l'origine de la variabilité</i>	48
Introduction	48
La variabilité comme résultat de la spécification	48
La spécification des aspects métriques et syllabiques	49
Spécification allophonique	51
A. Spécification par l'intermédiaire de règles phonologiques	51
B. Spécification moyennant l'intégration du détail phonétique dans la représentation	56
C. Spécification complète : modèle gestuel	59
D. La variabilité phonétique comme résultat de l'interaction	62
E. La variabilité phonétique comme résultat du déficit et des stratégies de compensation	64
Les effets de fréquence	68
<i>Synthèse</i>	71
CHAPITRE 2	73
STRUCTURE PHONÉTIQUE-PHONOLOGIQUE EN ESPAGNOL ET HYPOTHÈSES SUR LA SPÉCIFICATION DES REPRÉSENTATIONS	73
Introduction	73
Observations préliminaires : phonèmes consonantiques et allophones de l'espagnol	73
Hypothèses sur le contenu des représentations phonologiques	76
Règles phonologiques	80
Le cas des approximantes	85

Paramétrisation acoustique.....	86
Structure syllabique et accentuelle.....	89
Synthèse.....	92
CHAPITRE 3.....	93
DÉFICITS LINGUISTIQUES AU PLAN PHONÉTIQUE-PHONOLOGIQUE ET HYPOTHÈSES SUR LEUR DÉTERMINISME.....	93
Introduction.....	93
Déficits linguistiques et leurs classifications.....	93
Notions de déficit et stratégies compensatoires.....	98
Déficits de la composante phonétique-phonologique en aphasie.....	99
Aphasie de Broca.....	99
Aphasie de conduction.....	107
Récapitulation.....	111
Synthèse.....	113
 <i>Partie II.....</i>	 <i>115</i>
 <i>Méthodologie expérimentale.....</i>	 <i>115</i>
 CHAPITRE 4.....	 117
OBJECTIFS ET HYPOTHÈSES.....	117
<i>Objectifs.....</i>	<i>117</i>
<i>Prémisse.....</i>	<i>117</i>
<i>Variables indépendantes de l'étude.....</i>	<i>119</i>
Pathologie.....	119
Tâche.....	120
Consonne cible.....	120
Contexte phonique.....	120
Structure syllabique.....	121
Accent.....	121
Fréquence lexicale.....	122
Fréquence syllabique.....	122
<i>Variables dépendantes de l'étude.....</i>	<i>123</i>
Taux et type d'erreurs.....	123
Paramétrisation acoustique.....	124
 CHAPITRE 5.....	 127
PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL.....	127
Corpus.....	127
Critères présidant à l'élaboration du corpus.....	127
Stimuli.....	129
Adaptation du corpus.....	130
Sujets.....	132
Sujets aphasiques.....	132
Procédure de recueil des données.....	136
Sujets contrôle.....	137
Analyses.....	138
Analyses du point de vue de la perception de l'interlocuteur.....	139
Analyses perceptives et classification des erreurs recueillies.....	141

Taxonomie des erreurs.....	143
Analyses acoustiques	149
Sélection des données	149
Paramètres acoustiques.....	150
Partie III.....	162
Résultats	162
CHAPITRE 6.....	164
RÉSULTATS GLOBAUX.....	164
CHAPITRE 7.....	169
NOMBRE D'ERREURS AU NIVEAU SEGMENTAL.....	169
<i>Objectif global</i>	<i>169</i>
Objectifs particuliers.....	169
Note préalable	170
<i>Résultats des analyses</i>	<i>170</i>
Analyses statistiques	170
Résultats.....	172
Nombre global d'erreurs.....	172
Nombre d'erreurs de substitution.....	178
Nombre d'erreurs de substitution associées à la sonorité.....	187
Général (assourdissements et sonorisations confondus)	187
Nombre d'erreurs d'assourdissements	192
Nombre d'erreurs associées au mode d'articulation	198
Général (tous types d'erreur confondus)	198
Fricativisation	204
Occlusivisations.....	205
Nombre d'erreurs d'omission	208
Nombre d'erreurs d'addition	210
Nombre d'erreurs d'appui articulaire.....	210
<i>Synthèse des résultats</i>	<i>214</i>
CHAPITRE 8.....	217
NOMBRE D'ERREURS AU-DELÀ DU SEGMENT	217
<i>Introduction.....</i>	<i>217</i>
Objectifs	217
Classification des erreurs	217
Analyses statistiques	218
<i>Résultats des analyses</i>	<i>219</i>
Nombre de déplacements.....	219
Nombre d'erreurs multiples	219
Nombre de substitutions lexicales	221
<i>Synthèse des résultats.....</i>	<i>222</i>
CHAPITRE 9.....	223

ANALYSES ACOUSTIQUES : DIFFÉRENTIATION DES NIVEAUX DE REPRÉSENTATIONS PHONÉTIQUE ET PHONOLOGIQUE.....	223
<i>Introduction.....</i>	223
Objectif général	223
Objectifs particuliers.....	223
Analyses statistiques	224
<i>Analyses de la sonorité</i>	227
Productions correctes.....	227
VOT	227
<i>Hypothèses et objectifs</i>	227
Contexte initial post-pausal.....	230
Contexte intersonorant	236
Contexte C-V.....	238
Contexte V-C.....	246
Synthèse intermédiaire	249
Durée segmentale.....	251
Hypothèses et objectifs.....	251
Contexte intersonorant	253
Contexte C-V.....	257
Contexte V-C.....	259
Synthèse intermédiaire	260
Nombre de barres d'explosion	261
Hypothèses et objectifs.....	261
Contexte initial	264
Contexte intersonorant	266
Contexte C-V.....	267
Contexte V-C.....	268
Synthèse intermédiaire	269
Durée de barres d'explosion	270
Hypothèses et objectifs.....	270
Contexte initial	272
Contexte intersonorant	273
Contexte C-V.....	275
Contexte V-C.....	276
Synthèse intermédiaire	277
Durée du bruit fricatif.....	278
Hypothèses et objectifs.....	278
Contexte initial	280
Contexte intersonorant	281
Contexte C-V.....	283
Contexte V-C.....	287
Synthèse intermédiaire	287
VTT.....	288
Hypothèses et objectifs.....	288
Analyses	289
FTT	289
Hypothèses et objectifs.....	289
Analyses	291
Synthèse intermédiaire	293
<i>Synthèse des résultats pour les productions correctes.....</i>	294

Effet de la sonorité cible.....	294
Effet de l'interaction entre la sonorité et la pathologie.....	294
Effets de fréquence.....	296
Effets de l'accent.....	296
Effets de tâche.....	296
<i>Analyse des assourdissements.....</i>	298
Introduction.....	298
Hypothèses.....	298
Objectifs.....	299
Sélection de données.....	299
VOT.....	301
Hypothèses et objectifs.....	301
Contexte initial.....	303
<i>Contexte intersonorant.....</i>	307
<i>Contexte C-V.....</i>	308
Contexte V-C.....	311
Durée segmentale.....	315
Hypothèses et objectifs.....	315
<i>Analyses (tous les contextes confondus).....</i>	316
Synthèse intermédiaire.....	316
Nombre de barres d'explosion.....	316
Hypothèses et objectifs.....	316
Analyses (tous les contextes confondus).....	319
Durée de barres d'explosion.....	322
Hypothèses et objectifs.....	322
<i>Analyses (tous les contextes confondus).....</i>	324
Durée du bruit fricatif.....	325
Hypothèses et objectifs.....	325
Analyses (tous les contextes confondus).....	327
Synthèse intermédiaire.....	331
FTT.....	332
Analyses (contexte intersonorant).....	332
VTT.....	333
Hypothèses et objectifs.....	333
Analyses (contexte intersonorant).....	333
Synthèse intermédiaire.....	334
<i>Synthèse des résultats pour l'analyse des assourdissements.....</i>	335
Effet de l'erreur de sonorité.....	335
Effet de l'interaction entre la sonorité et la pathologie.....	335
Effets de la tâche.....	336
Effets de l'accent.....	337
Effets de la fréquence.....	337
<i>Mode d'articulation.....</i>	338
<i>Productions correctes.....</i>	339
Durée totale du segment.....	339
Analyses préalables.....	339
Contexte intersonorant.....	340

Contexte C-V.....	345
Contexte V-C.....	347
Synthèse intermédiaire	348
Durée de la partie de friction.....	349
Analyses préalables	349
Analyses de la durée de friction absolue (fricatives seulement).....	350
Contexte initial	350
Contexte intersonorant.....	353
Contexte C-V.....	357
Contexte V-C.....	359
Analyses de la durée de friction relative.....	360
Contexte intersonorant	360
Contexte C-V.....	362
Contexte V-C.....	364
<i>Synthèse intermédiaire</i>	<i>365</i>
<i>Productions incorrectes.....</i>	<i>367</i>
Objectifs	367
Hypothèses.....	367
<i>Fricativisations</i>	<i>369</i>
Durée segmentale.....	370
Durée relative du bruit fricatif.....	373
<i>Synthèse intermédiaire</i>	<i>374</i>
<i>Occlusivisations.....</i>	<i>375</i>
Durée totale.....	376
Durée relative du bruit fricatif.....	376
Nombre de barres d'explosion	378
Durée des explosions	379
<i>Synthèse intermédiaire</i>	<i>381</i>
CHAPITRE 10.....	383
ANALYSES MULTIPARAMÉTRIQUES	383
<i>Introduction.....</i>	<i>383</i>
<i>Productions correctes</i>	<i>384</i>
Objectifs généraux	384
Objectifs spécifiques.....	384
Echantillon	387
Analyses statistiques et construction du modèle	388
<i>Résultats</i>	<i>391</i>
Contexte initial.....	391
Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée des explosions	391
Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée du bruit fricatif.....	396
Contexte postvocalique.....	396
Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée segmentale	396
Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée des explosions	401
Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée du bruit fricatif.....	405
<i>Récapitulation des résultats.....</i>	<i>405</i>

<i>Assourdissements</i>	407
Introduction	407
Objectifs	409
Echantillon	410
Analyses statistiques et construction du modèle	411
<i>Résultats</i>	412
Contexte initial.....	412
Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée des explosions	412
Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée du bruit fricatif.....	415
Contexte postvocalique.....	417
Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée segmentale	417
Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée des explosions	418
Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée du bruit fricatif.....	420
Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur le VTT	421
Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur le FTT	423
<i>Récapitulation des résultats</i>	423
<i>Partie IV</i>	427
<i>Conclusions</i>	427
CHAPITRE 11	429
RÉCAPITULATION DES RÉSULTATS ET DISCUSSION	429
<i>Récapitulation des résultats</i>	431
<i>Déficit phonétique dans l'aphasie de Broca et de conduction : « Same same but different »</i> ..	439
<i>Stratégies compensatoires au plan phonique</i>	445
<i>Questions pour des études ultérieures</i>	449
<i>Références bibliographiques</i>	451
Matrices des confusions.....	483
Sujets aphasiques de Broca.....	483
Sujets aphasiques de conduction.....	485

Résumé

Le présent travail s'intéresse aux déficits qui affectent la composante phonético-phonologique chez des patients aphasiques. Son objectif principal consiste à rendre compte du déterminisme sous-jacent des perturbations observées auprès des sujets aphasiques hispanophones en fonction du tableau clinique. Notre hypothèse principale prédit l'organisation de ces troubles autour de deux pôles : phonétique, pour les erreurs observées chez les patients aphasiques de Broca, et phonologique, pour les sujets aphasiques de conduction.

Notre deuxième objectif est en rapport avec les stratégies compensatoires au plan phonique dans l'aphasie. Nous testons l'hypothèse selon laquelle les sujets présentant une difficulté au niveau phonétique, postérieur à une sélection phonémique préservée, tenteront d'établir le contraste phonologique au moyen de paramètres acoustiques secondaires, autres que le VOT. Il sera possible d'observer ces tentatives dans le signal sonore - elles se manifesteront sous forme d'une différenciation systématique des caractéristiques acoustiques des erreurs (i.e. des transformations/substitutions consonantiques associées au changement de sonorité et de mode d'articulation) et des productions correctes.

Les résultats de notre investigation mettent en évidence, conformément à notre hypothèse initiale, l'existence d'un déficit phonétique chez les sujets aphasiques de Broca, qui affecte de manière particulière l'implémentation du VOT ainsi que les interactions de ce paramètre avec les indices acoustiques secondaires. Ils montrent que les aphasiques de Broca utilisent le trait phonologique du mode d'articulation [-continu] pour marquer la différence entre les occlusives sonores et sourdes cible, ce qui pourrait amener à penser à une stratégie palliative au plan phonético-phonologique. Par ailleurs, et contrairement à notre hypothèse, ils révèlent l'existence d'un déficit phonétique chez les sujets aphasiques de conduction, mais suggèrent en même temps que le déterminisme de ces deux déficits phonétiques n'est probablement pas le même dans les deux tableaux cliniques des aphasies. En effet, nos résultats concernant les aphasiques de conduction font état de la préservation de certains aspects du contrôle moteur, et notamment d'une capacité compensatoire au plan phonique associé au VOT.

Nous discutons ces résultats à la lumière des recherches récentes sur la dichotomie phonético-phonologique et de leurs retombées sur le plan clinique.

Mots clés : aphasie de conduction, aphasie de Broca, déficit phonétique, compensation

Abstract

The present study is concerned with deficits that affect the phonetic and phonological component of speech in aphasia. Its main objective is to account for the underlying determinism of errors observed in the speech output of Spanish-speaking aphasic patients, according to the clinical type of aphasia. The central hypothesis of our study predicts an organization of these errors across a phonetic vs phonological dimension, with conduction aphasics' errors situated at the phonological pole and Broca's aphasics' errors at the phonetic pole.

Our second objective is related with compensatory strategies in aphasia. We test a hypothesis which predicts that the subjects suffering from a motor deficit, with intact phonemic selection mechanisms, will try to establish a phonological contrast using secondary acoustic parameters other than VOT. These attempts will be visible in the acoustic signal, where they will manifest themselves in the form of systematic differentiation between the acoustic properties of on-target productions and those of errors (i.e. consonantal substitutions implying a modification of voicing or manner of articulation).

The results of our investigation reveal, in accordance with our initial hypothesis, the existence of a phonetic deficit in the Broca's aphasic group which affects primarily the implementation of VOT and the interactions between this parameter and secondary acoustic cues. Furthermore, our results suggest that Broca's aphasic patients use the phonological feature [-cont] to mark the phonological contrast between voiced and voiceless stops, which may be interpreted as indicative of their use of palliative strategies at the phonic level. On the other hand, and contrary to our primary hypothesis, our results reveal the existence of a phonetic deficit in conduction aphasic subjects. At the same time, however, they suggest that these two phonetic deficits may originate from a different underlying mechanism in each clinical group. Indeed, our results concerning the conduction aphasic group clearly show the some aspects of phonic behavior, such as articulatory compensation associated with VOT, are preserved in these patients.

These results are discussed in the light of recent research on the phonetics-phonology dichotomy and its clinical impact.

Keywords: conduction aphasia, Broca's aphasia, phonetic deficit, compensation

Resumen

El presente trabajo se propone examinar los déficits que afectan al componente fonético-fonológico en la afasia. Su principal objetivo consiste en dar cuenta, en función del cuadro clínico, del determinismo subyacente a las alteraciones observadas en pacientes afásicos hispanohablantes. Nuestra hipótesis principal predice que estos trastornos se organizan en torno a dos polos: el polo fonético, en el caso de los errores observados en los pacientes con afasia de Broca, y el polo fonológico, en los sujetos con afasia de conducción.

Nuestro segundo objetivo se centra en estudiar las estrategias compensatorias a nivel fónico en la afasia. Ponemos a prueba la hipótesis según la cual los sujetos afásicos que presentan una dificultad fonética, pero que al mismo tiempo mantienen los mecanismos de selección fonémica, tratarán de establecer un contraste fonológico entre las oclusivas sordas y sonoras mediante parámetros acústicos secundarios, distintos al VOT. Estos intentos se manifestarán en la señal en forma de una diferenciación sistemática en sus características acústicas entre las producciones correctas y los errores (es decir, las transformaciones o sustituciones consonánticas relacionadas con el cambio de sonoridad o de modo de articulación).

Los resultados de nuestra investigación ponen de manifiesto, de acuerdo con nuestra hipótesis inicial, la existencia de un déficit fonético en los sujetos con afasia de Broca, que afecta de forma particular a la implementación del VOT, así como a la interacción entre este parámetro y los indicios acústicos secundarios de sonoridad. Además, los resultados muestran que los pacientes con afasia de Broca usan el rasgo fonológico [-continuo], correspondiente al modo de articulación, para marcar la diferencia entre las consonantes oclusivas sonoras y sordas meta, lo que podría interpretarse como un indicador de la existencia de estrategias paliativas en el nivel fonético. Por otro lado, contrariamente a nuestra hipótesis, los datos muestran la existencia de un déficit fonético en los sujetos con afasia de conducción pero sugieren, al mismo tiempo, que probablemente no intervenga el mismo mecanismo determinante en los dos déficits. Efectivamente, los resultados obtenidos en el grupo de afásicos de conducción señalan que estos sujetos mantienen algunos aspectos del control motor, incluida la capacidad de compensación articulatoria vinculada al VOT.

Los resultados del trabajo se discuten a la luz de las investigaciones recientes respecto a la dicotomía entre fonética y fonología y en relación con sus repercusiones en el contexto clínico.

Palabras clave: afasia de conducción, afasia de Broca, déficit fonético, compensación

DEFICITS DE LA COMPOSANTE
PHONETICO-PHONOLOGIQUE DANS
L'APHASIE ET STRATEGIES
COMPENSATOIRES.

ANALYSE ACOUSTIQUE ET PERCEPTIVE DE PRODUCTIONS
CONSONANTIQUES DE SUJETS HISPANOPHONES

El lenguaje como función cerebral compleja no se puede conceptualizar como una actividad aislada y discreta y medible unívocamente. Los componentes funcionales que interaccionan para constituir la función final de comunicación verbal son múltiples (ver Coltheart, 1987). Por consiguiente, deben ser múltiples las variables a considerar en el estudio del lenguaje normal o patológico.

Le langage, en tant que fonction cérébrale complexe, ne peut pas être conceptualisé comme une activité isolée et discrète, et mesurable de manière univoque. Les composantes fonctionnelles qui interagissent pour constituer la fonction finale de la communication verbale sont multiples (Coltheart, 1987). Par conséquent, les variables à prendre en compte dans l'étude du langage normal ou pathologique doivent, elles aussi, être multiples.

(Peña Casanova, 1993, p. 193)

Introduction

Ce travail s'intéresse aux perturbations de la composante phonético-phonologique chez les sujets aphasiques hispanophones et vise à contribuer à une meilleure appréhension des mécanismes pathogènes ainsi que des stratégies adaptatives au plan phonique en fonction du tableau clinique. Il s'agit d'un sujet qui remonte aux origines de l'aphasiologie, marqués par la publication en 1939 d'un des premiers (le premier ?) ouvrages consacrés à une étude expérimentale de la parole aphasique, écrit par une équipe multidisciplinaire composée d'un neurologue, d'un psychologue et médecin, et d'une phonéticienne : *Le syndrome de désintégration phonétique dans l'aphasie*, de Théophile Alajouanine, André Ombredane et Marguerite Durand.

Depuis cette étape historique, le thème se rapportant aux troubles qui affectent la face sonore de la langue n'a pas cessé de mobiliser l'intérêt des chercheurs et a animé de nombreux débats sur des aspects théoriques, méthodologiques et cliniques divers qui ont résulté en d'importants acquis mais, en même temps, en une multiplication de questions. En effet, comme le rapporte Perkins dans son article *Clinical Linguistics : Past, Present and Future*, (2011), entre 62% et 67% de tous les articles scientifiques publiés dans la revue *Clinical Linguistics and Phonetics* entre 1987 et 2008 concernent la composante phonétique ou phonologique¹, au détriment des autres constituants linguistiques.

L'évolution des connaissances sur les déficits phonético-phonologiques a par ailleurs été significativement marquée par des avancées dans les disciplines qui s'intéressent au langage humain et à son dérèglement : la (neuro)psycholinguistique, la linguistique, l'orthophonie et en particulier la phonologie et la phonétique. Et inversement, l'expérience clinique et les *corpora* d'erreurs de la parole déviante constituent un laboratoire où les scientifiques valident et rejettent leurs hypothèses et les concepts théoriques tel que le phonème, la syllabe, ou encore les dichotomies phonétique *vs.* phonologie ou compétence *vs.* performance.

Notre travail s'inscrit dans la ligne de ces études et se propose de contribuer, d'un côté, à l'ensemble des évidences concernant l'expression des déficits phonético-phonologiques chez des sujets hispanophones, et de l'autre, à l'ensemble des connaissances sur les mécanismes sous-jacents différentiels des troubles observables dans la parole des sujets aphasiques de Broca et de conduction. En particulier, il cherche à comprendre le côté adaptatif de la parole aphasique en examinant les mécanismes de compensation au plan phonique dans les deux groupes aphasiques.

Notre étude se centre sur les erreurs segmentales et, très particulièrement, sur les erreurs de substitution consonantique qui impliquent un changement de voisement (par exemple *bata*,

¹ Tous types de pathologie confondus.

fr. peignoir, perçu comme *pata*, fr. patte) ou de mode d'articulation (p. ex. *quema* fr. il brûle, perçue comme *gema* fr. bijou). Notre hypothèse principale prédit que ces erreurs s'organiseront en fonction du mécanisme sous-jacent et en fonction du groupe clinique sur un continuum phonético-phonologique.

Notre recherche s'organise en quatre parties :

La **première partie** vise à présenter l'arrière-plan théorique et se structure en 3 chapitres.

Le **chapitre 1** est consacré à la révision des conceptualisations existantes de la composante phonético-phonologique dans les architectures fonctionnelles qui modélisent la production verbale.

Le **chapitre 2** est consacré à la description de la structuration de la composante phonético-phonologique de l'espagnol et aux hypothèses concernant les représentations à différentes étapes de l'encodage verbale

Le **chapitre 3** contient une introduction à la notion de déficit linguistique consécutif à l'aphasie, passe en revue les classifications existantes des déficits et offre une synthèse des connaissances actuelles sur la symptomatologie et le déterminisme des déficits affectant la composante phonético-phonologique dans les aphasies de Broca et de conduction.

La **deuxième partie** s'intéresse aux aspects méthodologiques et contient les chapitres 4 et 5.

Le **chapitre 4** expose les objectifs et les hypothèses de l'étude orientées par la révision bibliographique dont le résumé se trouve dans la première partie.

Le **chapitre 5** détaille le protocole expérimental, le choix des sujets et la procédure d'analyse des données.

La **troisième partie** est consacrée aux résultats et contient les chapitres 6, 7, 8, 9 et 10.

Le **chapitre 6** offre une introduction globale aux résultats obtenus tels que les statistiques globales et les matrices de confusion pour les groupes cliniques examinés.

Le **chapitre 7** présente les résultats obtenus à partir des analyses des erreurs segmentales.

Le **chapitre 8** présente les résultats obtenus dans les analyses des erreurs qui affectent le mot au-delà du segment.

Le **chapitre 9** présente les résultats issus des analyses acoustiques uniparamétriques, aussi bien pour les productions correctes que pour les erreurs de substitution segmentale : assourdissements, occlusivisations et fricativisations.

Le **chapitre 10**, finalement, regroupe les résultats des analyses multiparamétriques pour les productions correctes et pour les erreurs d'assourdissements.

Bien que chaque chapitre présente des conclusions intermédiaires, la récapitulation des résultats et la discussion générale sont présentées dans **la quatrième partie** qui correspond au **chapitre 11**. Ce chapitre reprend les hypothèses initiales avancées dans cette étude pour voir dans quelle mesure les données recueillies et analysées dans cette étude les corroborent ou les infirment. Il propose une synthèse des principales contributions de cette thèse et offre des pistes interprétatives.

PARTIE I

CADRE THEORIQUE

CONCEPTUALISATION DE LA RELATION ENTRE LA PHONÉTIQUE ET PHONOLOGIE : DES CONCEPTS LINGUISTIQUES AUX MODELES PSYCHOLINGUISTIQUES

Introduction

L'objectif de la présente étude est de déterminer si les erreurs perçues comme transformations segmentales observées dans le discours aphasique surviennent au niveau phonétique ou phonologique de la production verbale. Sur un plan global, notre étude s'inscrit donc dans la problématique générale de la structuration de la composante phonético-phonologique et de la nature des relations entre la phonétique et la phonologie. Cette problématique fait partie à son tour d'une discussion théorique encore plus large qui dépasse la linguistique et traverse plusieurs disciplines : celle du dualisme cerveau/esprit, dans le cadre duquel la question sur les mécanismes de conversion des événements mentaux en réalités physiques - pertinente aussi pour notre étude - est également fondamentale. Nous allons donner ci-après quelques repères historiques de la conceptualisation des relations entre la phonétique et la phonologie du point de vue de la linguistique et montrer ses retombées du point de vue psycholinguistique.

Phonétique et phonologie du point de vue linguistique

La détermination des rapports entre la phonétique et la phonologie relève tout d'abord du domaine de la linguistique. La dissociation entre la phonétique et la phonologie - formalisée par l'école structuraliste (Jakobson, Fant, & Halle, 1952; Trubetzkoy, 1949) - est associée aux dichotomies classiques entre langue et parole (termes saussuriens) et entre compétence

et performance (termes chomskyens), qui opposent les aspects strictement linguistiques du langage des aspects extralinguistiques (telles que l'articulation, d'un côté, ou la signification, de l'autre).

Bien que la phonétique et la phonologie s'intéressent toutes les deux au versant phonique des langues, elles se partagent les tâches qui incombent à l'étude scientifique de cet aspect du langage. Traditionnellement, *la phonétique* vise à décrire des propriétés articulatoires, acoustiques et perceptives des sons du langage dans le but d'en créer une typologie. Elle s'occupe de la paramétrisation des observables ; c'est le domaine du continu, du graduel, du temporel, bref, de la substance matérielle. Ainsi, dans le sens classique, la phonétique se situe principalement sur le plan descriptif². *La phonologie*, quant à elle, s'attache à étudier la valeur linguistique des sons comme unités fonctionnelles appartenant à un système linguistique donné, à partir des éléments distinctifs qui peuvent en être dégagés, c.à.d. des contrastes phonologiques. Contrairement à la phonétique, elle s'intéresse aux phénomènes catégoriels et discrets et possède les caractéristiques d'une *grammaire formelle* dans le sens qu'elle se propose de structurer un espace moyennant l'établissement d'un inventaire de catégories appartenant à cet espace et des règles qui opèrent sur ces catégories. Elle appartient ainsi au plan interprétatif.

Les perspectives linguistiques sur la nature des relations entre la phonétique et la phonologie s'organisent au long d'un continuum en fonction du degré d'intégration de la phonétique dans la phonologie³ (Gil Fernández, 2008).

A un extrême de ce continuum se situe la perspective transformationnelle modulaire - issue des traditions structuraliste et générativiste, longtemps dominantes en linguistique - qui présuppose la dissociation des deux disciplines et leur attribue des rôles complémentaires, en postulant en même temps l'existence d'une interface - une sorte de module ou dispositif fonctionnel - qui facilite la communication entre les deux composantes. La phonologie générative, par exemple le modèle Sound Pattern of English (ci-après SPE, Chomsky & Halle, 1968) ou certains travaux de Keating (1984, 1988, 1990, entre autres), sont représentatifs de cette approche.

A côté de l'appareil conceptuel, la perspective transformationnelle a développé une série de termes, formulations et métaphores qui aident à saisir ces conceptions. Citons par exemple le concept même d'interface qui, comme l'a signalé Ohala (1990, 2005), est loin d'être neutre et implique une prise de position théorique. La notion de module et ses synonymes (constituant, entité, domaine, entre autres) impliquent une idée de démarcation ou de frontière qui permet de les délimiter ou de les circonscrire. Parmi les synonymes de ce terme, le constituant évoque immédiatement l'idée de hiérarchie. Il en est de même pour les métaphores, par exemple l'analogie bien connue de la production verbale avec les œufs

² Ohala (2005, 2010) distingue entre la phonétique taxonomique – c.à.d. descriptive – et scientifique – qui met en lumière sa valeur explicative.

³ Ou vice-versa, c.à.d. de la phonologie dans la phonétique.

cassés donnée par Hockett (1955) qui illustre de manière très graphique la nature catégorielle des représentations phonologiques et les difficultés à saisir les mécanismes de transmutation :

Imagine a row of Easter eggs carried along a moving belt; the eggs are of various sizes, and variously colored, but not boiled. At a certain point, the belt carries the row of eggs between the two rollers of a wringer, which quite effectively smash them and rub them more or less into each other. The flow of eggs before the wringer represents the series of impulses from the phoneme source; the mess that emerges from the wringer represents the output of the speech transmitter. At a subsequent point, we have an inspector whose task it is to examine the passing mess and decide, on the basis of the broken and unbroken yolks, the variously spread-out albumen, and the variously colored bits of shell, the nature of the flow of eggs which previously arrived at the wringer. Note that he does not have to try to put the eggs together again—a manifest physical impossibility—but only to identify.

(Hockett, 1955)

Face aux critiques portées au caractère excessivement formel et abstrait des approches dualistes, des auteurs tels que Hopper (Hopper, 1976), Stampe et Donegan (1979), Archangeli, Pulleyblank (Archangeli & Pulleyblank, 1994; Archangeli, 1988), Prince et Smolensky (Prince & Smolensky, 1993), représentatifs de la Phonologie Naturelle (ang. *Natural Phonology*), de la *Grounded Phonology* et de la Théorie de l'Optimalité (ci-après TO) respectivement, introduisent à différents degrés des considérations et des critères phonétiques - acoustiques, articulatoires et perceptifs - dans des représentations phonologiques, se plaçant ainsi à mi-chemin entre les perspectives strictement dualistes et les perspectives intégratives. Comme en témoignent les termes convoqués par ces auteurs – « naturelle » ou « ancrée [dans le concret, i.e. dans la phonétique] » (ang. *grounded*) - ces courants revendiquent l'incorporation du détail phonétique dans les mécanismes formels des théories phonologiques afin de doter ces formalismes de « naturalité » - entendue comme plausibilité phonétique -, et de vraisemblance cognitive.

Finalement, on retrouve toute une série d'approches « imbriquées » dans lesquelles la phonétique et la phonologie se confondent au point à ne plus pouvoir tracer la frontière entre les phénomènes qui appartiennent à une discipline ou à l'autre et où elles coexistent en tant que structures associées. Les unités, les processus et les représentations phonétiques et phonologiques ne sont plus différenciés et toute dépendance de la phonétique face à la phonologie est abolie. Il n'y en a plus besoin : les perspectives intégratives rejettent d'emblée le cadre dualiste comme méthodologiquement non pertinent et incorporent dans leurs appareils conceptuels la notion de fréquence et la dimension temporelle de manière qui est étrangère aux approches dualistes. La Phonologie Articulatoire (Browman & Goldstein, 1986, 1989, 1990, 1992; Pouplier & Hardcastle, 2005; Pouplier, 2005), avec sa notion du *geste articulatoire* défini comme une unité à la fois abstraite et possédant des spécifications physiques (phonétiques), ainsi que la Linguistique Basée sur l'Usage (Bybee, 2001; Sosa & Bybee, 2008 entre autres), qui a placé au centre le concept de la fréquence de

la forme et du contenu linguistique, constituent les exemples les plus emblématiques de ce type d'approches.

Phonétique et phonologie du point de vue psycholinguistique

Sur le plan psycholinguistique, la démarche transformationnelle en linguistique (d'origine structuraliste comme générativiste), associée au courant cognitiviste et à la formalisation du postulat sur la modularité de l'esprit officialisée par J. Fodor (1983), ont débouché sur une conceptualisation des relations entre les représentations cognitives phonologiques et phonétiques de type hiérarchique. Selon cette conceptualisation, la phonologie *supervise* ou *guide* la phonétique. Ainsi, dans les architectures modulaires de type hiérarchique (Garrett, 1980; Levelt, 1999; Levelt, Roelofs, & Meyer, 1999; Levelt, 1989), la production verbale est représentée comme résultat de l'interaction - soumise à d'importantes contraintes - entre les différents modules correspondant à des composantes linguistiques (sémantique, lexicale, syntaxique, morphologique, phonologique). Chaque module élabore un plan qui est ensuite repris par le module subséquent pour le traitement. Cette représentation, servant à décrire les postulats des sciences cognitives relatifs à la production du langage normal et à vérifier des hypothèses émises en présupposant chacun des niveaux comme l'invariant de l'autre (principe de soustractivité, cf. Cuetos, 1998; Shallice, 1988⁴), a été conceptualisée sous forme de schémas en boîtes et flèches (Lecours & Lhermitte, 1979; Peña Casanova, 2001 pour une revue). Dans ces schémas, les boîtes correspondent à des modules constitutifs (composantes ou niveaux de représentation) tandis que les flèches représentent la circulation de l'information ou les processus cognitifs qui opèrent sur les représentations propres à chaque composante. Des exemples de ce type d'architectures sont donnés dans la Figure 1.

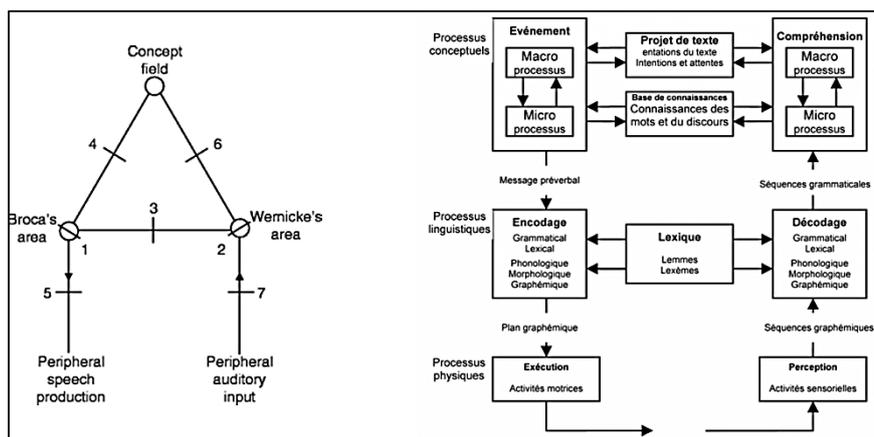


FIGURE 1 Exemples de modèles de la production verbale, à gauche, le modèle de Wernicke Lichtheim (d'après Hux, 2011), à droite le modèle de Levelt (1989)

⁴ Selon ce principe, le comportement pathologique est le résultat du fonctionnement normal moins le module endommagé. Dans sa version orthodoxe, il ne tient pas compte de la plasticité cérébrale et phénomènes de compensation sur le plan fonctionnel (cf. par exemple Panksepp & Panksepp, 2000).

Le modèle de Levelt (Levelt, 1999; Levelt et al., 1999; Levelt, 1989, 1992) est le plus représentatif de l'approche modulaire sérielle et il nous servira de référence dans la présente étude. Il a été développé sur la base d'études de chronométrie mentale, c.à.d. en mesurant les décours temporels des processus mentaux pendant la récupération lexicale (en utilisant des paradigmes tels que l'amorçage dans la tâche de dénomination d'images ou le paradigme de l'interférence). Avant Levelt, d'autres modèles modulaires comme celui de Garrett (1980) ont été développés sur la base des études des erreurs de parole (ang. *speech errors*), analysées dans le cadre du paradigme des doubles dissociations. Rappelons que ce paradigme permet de distinguer deux troubles d'un point de vue fonctionnel : si un sujet présentant une lésion X a des difficultés dans la tâche A mais pas dans la tâche B, et un autre sujet présentant une lésion Y, a des troubles dans la tâche B mais pas dans la tâche A, alors on peut dissocier fonctionnellement deux troubles (Shallice, 1988 ; Nickels & Howard, 2011, cf. Orden, Pennington, & Stone, 2001 pour une révision critique de ce paradigme).

Les architectures modulaires implémentent les prémisses des théories transformationnelles dans la mesure où elles cherchent un équilibre entre le stockage, c.à.d. les représentations mentales qui se trouvent dans le lexique mental, et le calcul, i.e. la computation qui opère sur ces représentations (Baayen, 2007; Levelt, 1999; cf. la mise en place computationnelle du modèle dans Roelofs, 1997, 2002). Le modèle - inspiré de la dichotomie linguistique entre la forme et contenu - assume que tout ce qui est imprévisible est stocké et fait partie des représentations, tandis que tout ce qui est prévisible est à priori généré à la volée. La production du langage consiste donc à transformer les représentations de haut niveau en représentations de plus bas niveau en opérant sur les représentations par l'intermédiaire de règles. Quant aux processus - les flèches du schéma -, il en existe deux types : la récupération (de la représentation) et le calcul, c.à.d. la computation d'une forme à partir des éléments plus primitifs, moyennant l'application de règles grammaticales. En effet, le fonctionnement du modèle consiste - en grandes lignes - en une manipulation de symboles à partir de règles. Ces règles sont appliquées d'une manière séquentielle, une par une. Nous reviendrons sur le sujet des représentations implémentées dans les modèles sériels plus en détail par la suite.

La critique majeure adressée à ce type d'architectures - par rapport à la composante phonético-phonologique - est qu'elles ne permettent pas de rendre compte de la variabilité qui se révèle systématiquement lors de la réalisation des représentations symboliques (y compris aussi bien la variabilité subphonémique que celle qui résulte de l'activation parallèle de représentations), observable en parole pathologique et en parole normale (Goldrick, 2011; Goldstein, Pouplier, Chen, Saltzman, & Byrd, 2007; Kelso & Tuller, 1981; Pouplier & Hardcastle, 2005 entre autres). D'autres réserves concernent la difficulté à tracer une ligne de démarcation entre les deux domaines (c.à.d. phonologique et phonétique) et la spécification de la manière dont s'opère la transmutation des unités de haut niveau en celles

de plus bas niveau et alimentent de longs débats. Face à ces critiques, le modèle de Levelt a connu une évolution considérable et a tenté d'incorporer de nouveaux acquis théoriques et de rendre compte des données empiriques. Cette flexibilité trouve son expression, par exemple, dans l'hypothèse de l'existence d'un lexique contenant les programmes moteurs pour les syllabes fréquentes (Levelt & Wheeldon, 1994) inspiré à la fois des études menées à terme dans le cadre de la linguistique basée sur l'usage et de la phonologie articulatoire.

Les architectures connexionnistes (Dell, Schwartz, Martin, Saffran, & Gagnon, 1997a; Dell, 1986a, 1986b; Schwartz, Saffran, Bloch, & Dell, 1994; Seidenberg & McClelland, 1989; Thomas & McClelland, 2008), de l'autre côté, rejettent le principe de modularité et opèrent avec un concept différent : celui d'un réseau d'éléments en interaction. La représentation n'est plus localisable à un endroit précis mais distribuée dans le réseau - à différents degrés en fonction des contraintes sur la transmission de l'information spécifiées pour chaque modèle⁵ -, et elle est activée grâce aux connexions – excitatrices ou inhibitrices - existant entre les nœuds du réseau. Les architectures connexionnistes introduisent ainsi des concepts nouveaux : *le réseau* remplace les boîtes, *les nœuds* remplacent les unités, les notions d'incitation ou d'inhibition relatives à la circulation de l'information renvoient à l'*activation* de l'information. On ne parle plus de représentations en termes de symboles manipulés lors du traitement mais plutôt de *liens* entre de nombreux éléments du système distribués et auto-organisés et modifiables par l'expérience. Dans les mots de Wilshire (2008), l'attention dans ce type de modèle se déplace des modules et composantes vers les processus. La portée de l'interaction entre les représentations et composantes (compris ici comme des regroupements de représentations aux caractéristiques communes ou émergence d'états globaux) est d'intérêt fondamental dans ce type d'architectures et suscite un débat considérable parmi ses adhérents qui divergent quant à la direction de l'activation – du haut en bas, dans les deux directions ou encore latérale, et à sa portée - si elle se limite aux composantes adjacents ou pas (Rapp & Goldrick, 2000 pour une revue). Nous y reviendrons plus en détail dans la partie relative aux éléments structuro-fonctionnels de ces architectures, ici, nous nous limiterons à signaler que le type de modélisation qui fait émaner le résultat du réseau permet de rendre compte des évènements graduels mieux que les architectures modulaire à l'interaction limitée aux modules subséquents. L'exemple de ce type d'architecture est donné dans la Figure 2.

⁵ Ainsi, les représentations sont locales dans Dell, 1986 ou Dell et al., 1997, et distribuées dans Dell et al., 1993.

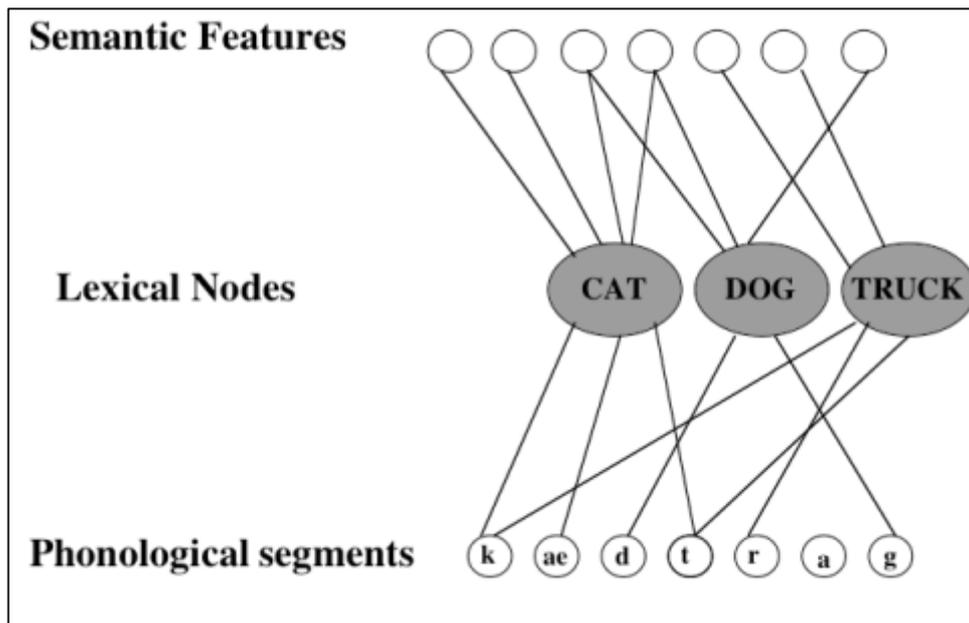


FIGURE 2 Modèle connexionniste de Dell et al. (1997)

Concernant l'origine historique des architectures interactives, il convient de citer le neurologue américain John Hughlings Jackson qui a son tour a inspiré Freud (Freud, 1891). Freud, avant de s'intéresser aux névroses, a consacré une étude à l'aphasie, est cité aujourd'hui comme l'auteur de *l'hypothèse de continuité* de phénomènes mentaux (cf. Buckingham, 1999 pour une revue), reprise ensuite par Gary Dell. Freud a remarqué que les erreurs des sujets aphasiques ne sont pas qualitativement différentes de celles des sujets sains sous l'effet de la fatigue ou de l'attention partagée. Cette observation a été reprise par les connexionnistes et demeure à la base de leur perspective sur les erreurs aphasiques. Il convient également de citer les travaux du linguiste Sydney Lamb, auteur de la grammaire stratificationnelle développée dans les années 60 et alternative au paradigme chomskyen (dont l'exposé se trouve dans Lamb, 1999), qui préfigure les architectures connexionnistes. Buckingham (Buckingham, 1999, 2002, 2010) va encore plus loin en signalant l'origine des modèles connexionnistes dans la pensée aristotélicienne.

Le modèle interactif en cascade de Dell connaît plusieurs versions. Globalement, il relève de la tradition fromkienne (l'analyse de la distribution des erreurs) et ses prémisses ont été développées sur la base des analyses d'erreurs mixtes. En particulier, le modèle postule que l'apparition des erreurs mixtes est due à la perturbation de la transmission de l'activation à travers le réseau. Une faible activation de la cible et l'activation des concurrents au niveau sémantique, lexical et/ou phonologique convergent pour générer une erreur. La notion de *compétition* entre les items et la possibilité d'interférence des items voisins et de leurs propriétés (synonymes, homonymes) qui en découlent constituent la caractéristique centrale de la conception interactive, une innovation majeure et la principale différence par rapport à l'approche sérielle.

Cette brève revue introductive avait pour objectif de présenter les hypothèses fondamentales de chaque approche, de situer l'évolution des principales architectures fonctionnelles par rapport à l'évolution des théories linguistiques et de mettre en scène des notions sur lesquelles nous reviendrons par la suite à plusieurs reprises, comme celle de l'interaction, de la transmutation des représentations ou encore de phénomènes graduels. Dans la partie suivante nous allons détailler les différences entre les types d'architectures fonctionnelles en fonction de trois critères qui rendent possible la comparaison entre elles : les éléments constitutifs, la circulation de l'information et la nature des représentations.

Eléments structuro-fonctionnels des architectures de la production verbale

Comment s'opère la transmission de l'information du niveau conceptuel aux organes articulatoires ? Sur le plan psycholinguistique, la réponse implique l'identification des niveaux de traitement, la caractérisation de l'information concernant la nature des représentations et des processus opérant à chaque niveau, la participation d'autres mécanismes cognitifs à ces processus, et la spécification de la manière dont l'information est transmise d'un niveau à l'autre.

Eléments constitutifs

En ce qui concerne les éléments constitutifs (les composantes) de l'architecture fonctionnelle de la production verbale, les chercheurs s'accordent généralement sur l'existence de trois étapes de traitement (cf. la Figure 3): le niveau sémantique-conceptuel, le niveau procédural (formulation linguistique impliquant la syntaxe, la morphologie et la phonologie) et le niveau physique (articulation), tandis que le reste des spécifications est objet de controverses (Ferrand, 1998; Rapp & Goldrick, 2000; Nickels, 1997, 2002a, 2002b; Goldrick & Rapp, 2007; François & Nespoulous, 2011; Roux & Bonin, 2011; Rapp, Buchwald, & Goldrick, 2014; Goldrick, 2014).

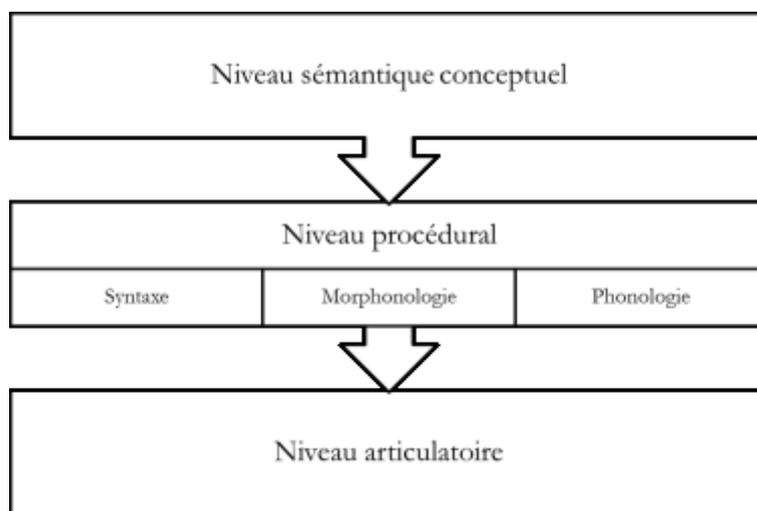


FIGURE 3 Macrostructure des architectures fonctionnelles

En dépit de l'existence de similitudes dans la formalisation de la structure fondamentale de ces architectures, il convient de souligner que les modèles sériels attachent de l'importance aux éléments constitutifs (composantes/niveaux/unités d'encodage) tandis que les modèles interactifs mettent l'accent sur l'ensemble du réseau. Ci-après, nous comparerons les modèles les plus productifs dans la recherche aphasiologique en ce qui concerne la transmission de l'information et la nature des représentations.

Transmission de l'information

La conceptualisation de la transmission de l'information oppose les architectures sérielles et les architectures interactives en cascade. Deux différences sont cruciales :

- L'une relative à la propagation de l'activation : est-ce que les opérations qui participent au traitement à un niveau donné aboutissent à une sélection avant que ne commence le traitement de l'étape subséquente (pas d'interférence), ou alors est-ce que les items activés mais non sélectionnés participent au traitement de l'étape suivante (interférence)?
- L'autre relative à la présence de rétroaction : admettant que l'activation se propage en cascade, est-ce qu'elle se propage de haut en bas, ou dans les deux directions ?

Représentant le pôle discret (modulaire), le modèle sériel de Levelt (Levelt & Wheeldon, 1994; Levelt, 1989 ; Levelt, Roelofs, & Meyer, 1999; Roelofs, 1997; cf. aussi Garrett, 1980) combine la récupération de l'information du lexique mental, les processus de calcul/d'encodage en temps réel et les effets de fréquence tout en plaçant des contraintes sur la transmission de l'information.

Selon ce modèle, l'encodage lexico-phonologique (niveau procédural) se fait en une série d'étapes successives et indépendantes où chaque étape aboutit à l'isolation de l'unité sélectionnée selon le principe de sérialité. La sérialité désigne donc la propriété d'une architecture fonctionnelle qui consiste à concevoir les modules constitutifs comme des unités « encapsulées » (angl. *encapsulated*, cf. Fodor, 1983), inaccessibles à des informations autres que celles qui constituent leur entrée. La première étape consiste à récupérer le lemma qui contient la spécification sémantico-syntaxique. Il a été démontré qu'à cette étape il existe une compétition entre les lemmas sémantiquement apparentés. La sélection du lemma permet, à l'étape suivante, l'accès à la forme morpho-phonologique du mot - c.à.d. le lexème. Les tenants de cette approche sérielle s'accordent sur le fait que le code morpho-phonologique comporte à son tour deux éléments indépendants : le premier correspond à la composition segmentale du mot et le deuxième à sa forme métrique qui spécifie le nombre des syllabes et la structure accentuelle. La représentation segmentale n'est pas spécifiée pour la position des segments dans la syllabe. Le processus de syllabification à partir de l'information segmentale a lieu à l'étape subséquente, qui consiste à l'associer à la matrice du mot. Cette étape est connue

comme le niveau post-lexical d'encodage phonologique. Le résultat de ce processus est le mot phonologique (i.e. un groupe clitique⁶), qui ne coïncide pas nécessairement avec les frontières lexicales, ce qui permet de rendre compte du phénomène connu sous le nom de resyllabification⁷. La dernière étape de l'encodage phonologique, appelée aussi encodage phonétique, consiste à générer en temps réel ou récupérer dans le syllabaire mental les programmes articulatoires pour les syllabes. La fréquence lexicale va déterminer si ces programmes seront calculés ou récupérés : d'après Levelt & Wheeldon (1994), les syllabes fréquentes sont spécifiées et stockées dans un répertoire mental de gestes syllabiques tandis que les syllabes non-fréquentes sont créées à la volée. Les étapes de l'encodage postulées par le modèle de Levelt, sont illustrées par la Figure 4.

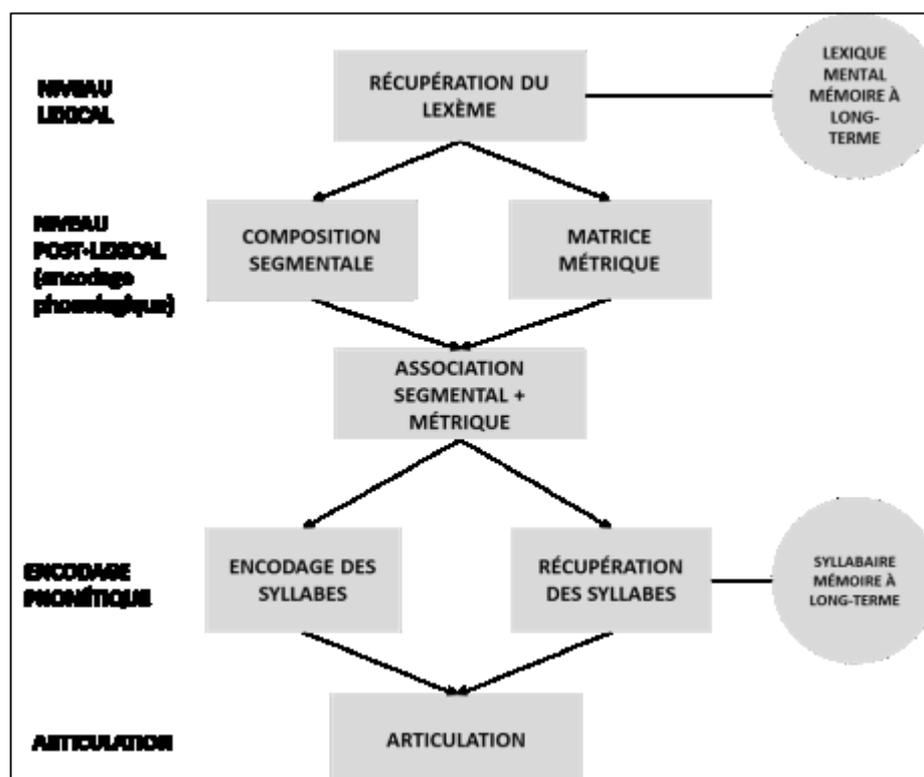


FIGURE 4 *Étapes de l'encodage lexico-phonologique selon le modèle de Levelt (d'après Levelt & Wheeldon, 1994)*

⁶ Le groupe clitique fait référence à un syntagme composé d'un mot lexical et des morphèmes grammaticaux qui en dépendent (Garde, 1968).

⁷ Par exemple dans fr. *les amis* syllabifié comme /le-za-mi/.

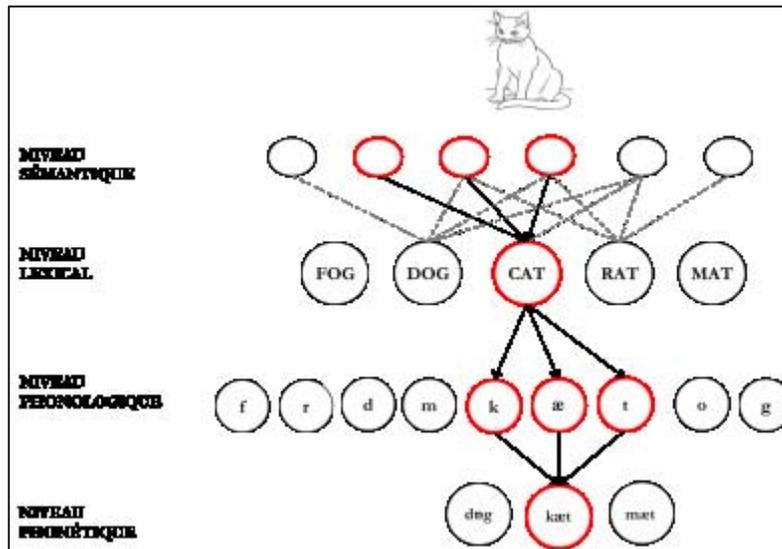
Ainsi, concernant la circulation de l'information, le modèle de Levelt se définit principalement par quatre caractéristiques :

- Le traitement de l'information appartenant à un niveau doit être effectué avant l'initialisation du traitement au niveau subséquent ;
- L'activation des compétiteurs ne se propage pas aux niveaux suivants de manière qu'il n'y a pas d'interférence des items qui sont en relation avec la cible ;
- Les règles et les contraintes appartenant à un niveau opèrent indépendamment des règles et contraintes opérant au niveau subséquent ;
- L'information circule de haut vers le bas (en production).

A l'autre pôle de la dimension sérialité vs interactivité se positionne le modèle connexionniste de Dell (Dell & O'Seaghdha, 1991; Dell, Chang, & Griffin, 1999; Dell, Schwartz, Martin, Saffran, & Gagnon, 1997; Dell, 1988 cf. aussi le modèle interactif de Caramazza, 1997). Il comporte trois niveaux de traitement liés entre eux par des connexions excitatrices bidirectionnelles (descendantes et ascendantes): sémantique (correspondant à des traits sémantiques), lexical (correspondant aux unités lexicales) et phonologique (correspondant aux phonèmes). Le niveau phonétique n'est pas spécifié dans ce modèle.

Pour illustrer la production d'un mot isolé dans un modèle connexionniste, prenons l'exemple donné dans Dell (Dell, Chang, & Griffin, 1999) : pour produire le mot « cat » (fr. , chat) l'unité CAT reçoit une forte activation à travers ses traits sémantiques élémentaires. La cible partage ces traits avec d'autres mots, par exemple RAT (fr. rat) ou DOG (fr. chien) qui également reçoivent l'activation. Ensuite, l'activation se propage au niveau lexical, où les unités phonologiques voisines de la cible CAT comme MAT (fr. tapis) , SAT (fr. il/elle est assis(e)) ou CAN (fr. il/elle peut ; boîte) sont coactivées. A l'étape suivante, au niveau phonologique, l'activation est envoyée vers les phonèmes correspondant à la cible /k/, /æ/, t/ mais aussi à ceux correspondant aux items coactivés auparavant /r/, /d/, /o/, /m/etc. La rétroaction, postulée par le modèle, implique que l'activation se propage non seulement du niveau sémantique vers le niveau phonologique, mais aussi dans le sens inverse, c.à.d. du niveau phonologique au niveau sémantique, de manière que les items tel que RAT reçoivent un surplus d'activation provenant de la rétroaction.

Ces deux conceptualisations différentes sont illustrées dans la Figure 5.



B

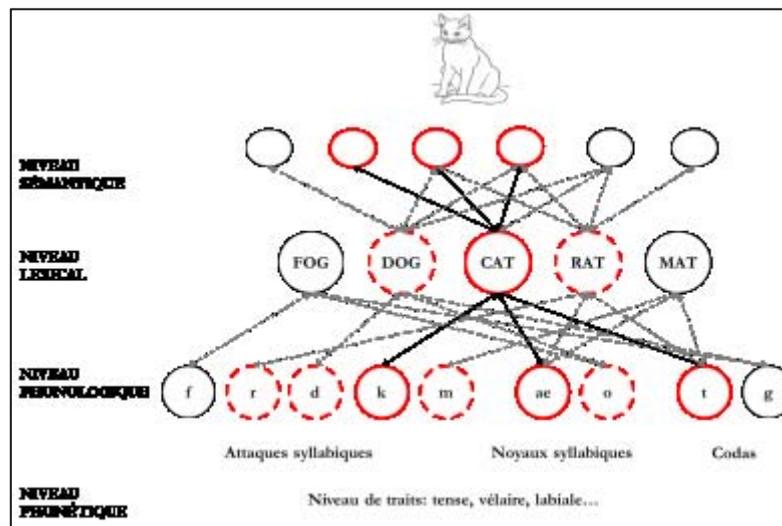


FIGURE 5 Conceptualisation de la transmission de l'information : A - architecture sérielle (d'après Levelt, 1999; Levelt, 1989), B - architecture en cascade avec rétroaction (d'après Dell et al., 1999b)

Il est légitime de se demander quels mécanismes rendent mieux compte des effets observés dans la production verbale.

Les tenants de chacune des solutions fournissent un argument similaire pour défendre leurs conceptions : la finalité de la modularité - pour les uns - et de l'interactivité - pour les autres - consiste à prévenir l'apparition de l'erreur lors de la production, dans le premier cas en raison de l'imposition des choix et dans le deuxième, tout au contraire, à cause de la flexibilité du système pour répondre à une multitude de contraintes. L'exigence de rendre compte des données empiriques (les effets des variables, les données qualitatives et quantitatives sur les erreurs, les décours temporels) conduit à une progressive incorporation de la sérialité et de l'interactivité (incluant la transmission en parallèle et la rétroaction) dans les nouvelles versions des modèles que nous venons de décrire, de manière qu'on peut parler de l'existence d'un continuum entre la sérialité et l'interaction dans les architectures les plus récentes. Ainsi, la sérialité est présente dans les architectures interactives où elle s'exprime moyennant la stabilisation d'une configuration des connexions (activation et poids, incluant, selon la version du modèle, l'inhibition des compétiteurs), et la rétroaction fait partie des conceptions sérielles sous forme de mécanismes de contrôle (angl. *monitoring* ; Levelt, Roelofs, & Meyer, 1999b; Levelt, 1983; Levelt, 1989; Oomen, Postma, & Kolk, 2001; Oomen, Postma, & Kolk, 2005; Postma & Oomen, 2005). En outre, la transmission en parallèle, telle qu'elle est postulée par Dell, a été intégrée d'une manière concrète dans une implémentation récente de la théorie de Levelt (WEAVER++), qui prévoit la circulation en cascade dans les deux directions entre le niveau de concepts (sémantique) et le niveau des lemma (cf. Roelofs, 1997). L'examen de la capacité des différents modèles, se situant sur une ligne continue allant de la sérialité à l'interactivité, de rendre compte des observations empiriques (Rapp & Goldrick, 2000b) au moyen d'une simulation assistée par ordinateur, renforce la conception en cascade avec une interactivité limitée entre les niveaux sémantique et phonologique.

Nous avons déjà cité Wilshire (2008) à propos des tendances dans la conceptualisation de la transmission de l'information reflétant un changement de perspective sur la production verbale qui s'intéresse davantage au processus au détriment des éléments constitutifs des architectures fonctionnelles. L'arrivée des architectures connexionnistes a ainsi permis de resituer le débat qui actuellement se concentre autour de l'idée de l'interaction. Celle-ci peut être comprise dans un sens plus fondamental – i.e. comme circulation de l'information entre les composantes – ou dans un sens plus large du terme qui inclut la spécification du contenu des représentations mentales (dans ce sens le terme d'interaction est utilisé dans Baese-Berk & Goldrick, 2009; Goldrick, Ross Baker, Murphy, & Baese-Berk, 2011 entre autres).

Nature des représentations

Nous venons de décrire sommairement la macrostructure des deux principaux types d'architectures fonctionnelles en spécifiant ses composantes et en présentant les assomptions générales concernant la transmission de l'information entre les niveaux. Dans la partie qui suit, nous nous concentrerons sur certains aspects de la microstructure de ces modélisations en nous intéressant à l'organisation de l'information à différents niveaux et aux mécanismes et processus qui sous-tendent la mobilisation de l'information pour l'exécution articulatoire.

Nous avons dit que les modèles diffèrent en fonction de comment ils conceptualisent la transmission de l'information. Ils se distinguent également en fonction de comment ils conceptualisent la distribution ou le codage de l'information dans le système.

Représentant l'approche *localiste*, le modèle de Levelt, mais également un certain nombre d'architectures interactives (Dell, 1986; Dell et al., 1997), reprennent la dissociation traditionnelle (saussurienne et ensuite, générativiste) entre la forme et le contenu linguistique, qui s'associent moyennant des mécanismes combinatoires gouvernés par des règles, connus dans la littérature psycholinguistique sous les noms de «scan-and-copier» ou «slot-and-filler mechanism» (Buckingham, 1986; Dell, 1986; Dell, 1988; Fromkin, 1971; Meyer, 1997; Shattuck-Hufnagel, 1979, 1983). Selon cette conception, comme nous avons déjà signalé, les règles sont séparées des contenus, et le contenu est codé sous forme de représentations mentales séparées pour chaque type d'information (traits phonologiques, phonèmes, syllabes, lexèmes, etc.). La logique sous-tendant ce type d'architectures repose sur la dissociation classique entre les faits arbitraires, i.e. non-prévisibles, du langage (le fait que différentes langues expriment l'idée du "bâtiment construit pour servir d'habitation aux personnes" de manières distinctes: *maison, casa, dom, hause, Hause* etc.) et les faits prévisibles et par conséquent, computables (la grammaire) (cf. de Saussure, 1962 ; Dell and Kim, 2005 ; Goldrick and Rapp, 2007 et Bybee, 2001 ; Sosa and Bybee, 2008 pour un point de vue différent):

Linguistic models typically try to eliminate as much redundancy in representations as possible and try to capture redundancy in a rule.

(Roelofs, 2002, p. 185)

Ainsi, conformément à la conception localiste, chaque nœud/unité du système représente *symboliquement* un concept spécifique intermédiaire (un état interne du système), sur lequel opère la computation. La représentation ainsi conçue possède des propriétés suivantes : elle est discrète (catégorielle), abstraite, locale (c.à.d. correspond à un seul concept) et compositionnelle (les formes complexes dérivent des formes simples). Le modèle de Levelt, illustre l'approche localiste dans le sens qu'il émet des hypothèses spécifiques à l'égard du contenu des représentations à chaque niveau et qu'il prévoit l'équilibre entre les éléments du stockage et les mécanismes de computation (cf. Roelofs, 2002 pour une revue). Ainsi, ce

modèle propose que l'information suivante soit stockée, à différents niveaux : lemmas, lexèmes, trames métriques régulières (Roelofs, 2002) et syllabes fréquentes (Levelt & Wheeldon, 1994). Il postule la computation au niveau phonologique pour l'association de l'information segmentale aux trames métriques et la formation des syllabes pour les syllabes non fréquentes.

Une alternative au paradigme combinatoire (Baayena, 2007; Dell, Juliano, & Govindjee, 1993; cf. aussi Bybee, 2001, Sosa & Bybee, 2008) consiste à considérer la forme linguistique comme le résultat de processus dynamiques : dans cette optique, la représentation *émerge* du réseau comme résultat du conditionnement, i.e. en fonction des configurations récurrentes entre les connexions. Cela est une conséquence directe de la conceptualisation de la circulation de l'information dans laquelle l'interférence des items appartenant à des plans différents est rendue possible grâce à l'interaction. Il a été rapporté (par exemple Vitevitch, 2002) que l'interférence favorise la production : plus l'interférence est forte, c.à.d. plus grande est la densité du voisinage phonologique ou lexical, plus rapide est la dénomination. Un effet similaire du voisinage a été également observé chez les patients aphasiques (Gordon, 2002). La raison pour cet état de choses est que l'efficacité du système ne dépend d'aucun nœud en particulier mais qu'elle est portée par le réseau entier, d'où son nom : *la représentation distribuée*. Citons à ce propos Sosa & Bybee (2008, p. 484) :

This approach rejects the rule/list dichotomy advocated by Pinker (1991, 1999), among others, that the language system consists of static list of lexical forms and a separate store of rules that operate on those lexical forms. Instead, *linguistic units are seen as cognitive routines* that emerge by generalizing over existing forms and extracting patterns of similarity (...). Since the patterns that emerge are entirely dependent on instances of language use, that there *are no a priori limitations on the levels of representations that may exist*, schemas may describe grammatical constructions, words, syllables, phonemes, features, or gestures. In the process of phonological acquisition, this notion of emergence would not assume the existence of phoneme-like categories. Instead, phonological knowledge is a *gradient property* that is extracted from similarity relationships between individual items in the lexicon. [Nos italiques]

Rappelons que l'approche modulaire sérielle postulait que les représentations - localisées à un niveau concret - sont récupérées pendant le processus de production verbale. Le postulat sur la nature distribuée des représentations entraîne une reformulation des processus qui opèrent sur les unités du système :

Knowledge of words is embedded in a set of weights on the connections between processing units encoding orthographic, phonological, and semantic properties of words, and the correlations between these properties.... Thus, the *notion of lexical access does not play a central role in our model because it is not congruent with the model's representational and processing assumptions*. [Nos italiques]

(Seidenberg & McClelland, 1989, p. 560)

Un des principaux avantages de ce type de représentation par rapport à la conception basée sur le calcul, implémentée dans les modèles sériels, réside dans sa plus grande sensibilité aux

effets contextuels et dans sa capacité à rendre compte de la variabilité phonétique. Nous reviendrons sur cet aspect dans la partie relative à la spécification allophonique. Dernier point mais pas le moindre, l'intérêt de l'approche connexionniste où les représentations sont émergentes réside dans la plausibilité neurale de ce type d'architectures (Goldrick, 2012; mais cf. Roy, 2012 pour un point de vue différent) :

(...) connectionist models are best thought of not as networks of realistic models of neurons but rather as neurally inspired networks (...) connectionist processing mechanisms represent considerable abstractions from actual neurobiological mechanisms. Connectionist researchers see this as a virtue (...)
(Goldrick, 2012, p. 125)

Il pourrait paraître que les antagonismes qui existent entre les tenants de ces deux architectures distinctes à l'égard de la nature des représentations soient, encore un fois, une question d'optique : les partisans de la nature distribuée des représentations privilégient les aspects dynamiques de la production verbale (les processus d'apprentissage, les processus de structuration et de catégorisation, la mémoire), et regardent les phénomènes *in statu nascendi* (Bowers, 2002; Wilshire, 2008), tandis que les défenseurs de la perspective localiste priorisent les aspects statiques, i.e. l'inventaire des représentations mentales, et le calcul, en mettant l'accent sur les phénomènes dans leur état stable et durable, *in statu quo*. Entrer dans les détails de ce débat dépasse le cadre de cette étude, une revue critique des différences entre l'approche localiste vs distribuée est offerte par exemple dans Bowers (2002), la discussion de certaines conséquences de la prise de position par rapport à la nature des représentations est donnée dans Goldrick & Rapp (2007). En ce qui concerne notre étude, la spécification du codage de l'information par différentes architectures nous intéresse en raison du fait que les différentes conceptualisations ont des conséquences importantes sur les contenus des représentations et sur les prédictions concernant les erreurs.

Hypothèses sur les mécanismes pathogènes au niveau de l'encodage phonologique

Ci-après nous allons présenter les prémisses des modèles relatives aux mécanismes pathogènes des erreurs aphasiques qui résultent en une malformation de la forme sonore des mots – les paraphasies phonémiques ou les distorsions -, dans le cadre des modèles sériel et connexionniste.

Il est généralement admis que les erreurs aphasiques sont liées aux aspects procéduraux de la production verbale, c.à.d. aux opérations et aux processus, par opposition aux éléments structurels et représentationnels (c.à.d. le(s) lexique(s) et leur structure interne). Les structures mêmes des modèles, que nous venons de présenter, indiquent les éventuelles sources d'erreurs, de manière qu'on distingue les modèles à origine unique (angl. *models of single origin*) et les modèles à origine duelle (angl. *models of dual origin*). L'origine des erreurs fait référence au nombre d'étapes d'encodage phonologique prévu par le modèle et aux processus associés à chaque étape, qui hypothétiquement peuvent être perturbés. Ainsi, on distingue :

- (1) Modèles à origine duelle (Levelt & Wheeldon, 1994; Levelt, 1989, 1992; Levelt et al., 1999) :
 - La récupération des items du lexique (i.e. l'accès au lexique)
 - La computation, l'assemblage ou l'ordonnancement de l'information
- (2) Modèles à origine unique (Dell, 1986; Dell, Schwartz, Martin, Saffran, & Gagnon, 1997; Dell, 1988)
 - La transmission de l'activation à travers le réseau décrit par deux paramètres :
 - Le poids des connexions, affectant la circulation de l'information ;
 - Le déclin de l'activation, affectant l'intégrité des représentations.

Dans cette démarche, le déclin de l'activation est responsable des erreurs en anomie tandis que la diminution de la connectivité résulte en paraphasies phonémiques en aphasia de conduction. Quant au jargon de l'aphasia de Wernicke, les deux mécanismes seraient perturbés.

L'hypothèse de l'encodage phonologique à deux étapes, postulé par le modèle de Levelt, se base sur les observations provenant des études comparatives des erreurs observables dans le contexte de l'aphasia de Wernicke (jargon aphasisia) et de l'aphasia de conduction. Ces paraphasies – qui se manifestent en surface par des malformations de la forme sonore des mots - sont, dans l'hypothèse sérielle, qualitativement différentes. Tandis que paraphasies chez les Wernicke sont parfois à tel point éloignées de la cible qu'elles deviennent méconnaissables (et alors traitées comme des néologismes), on retrouve davantage de

similitudes entre la cible et l'erreur chez les patients de conduction⁸. En plus, parmi ces erreurs, on observe davantage d'erreurs de déplacement des segments dans la matrice du mot, ce qui indiquerait des troubles de sériation des segments. Ces observations suggèrent conjointement une dissociation des mécanismes pathogènes : le mécanisme responsable du trouble chez les Wernicke se trouve au niveau de l'accès lexical et empêche la récupération de l'information complète, tandis que celui chez les aphasiques de conduction, affecterait les processus combinatoires au niveau phonologique (en particulier, l'ordonnancement des phonèmes dans la trame métrique). Compte tenu de cette structure comme par ailleurs des contraintes sur libre circulation de l'information d'un niveau à l'autre, les modèles transformationnels à étape sérielle prévoient la différenciation des effets des variables en fonction de l'étape d'encodage. Dans cette optique, le trouble d'accès au lexique chez les aphasiques de Wernicke serait sensible aux variables opérant à ce niveau, par exemple la fréquence lexicale, tandis que les paraphasies chez les aphasiques de conduction seraient affectées par les variables mnésiques qui influencent l'ordonnancement des segments dans le buffer phonologique. De nombreuses études d'erreurs aphasiques soutiennent l'encodage phonologique en deux étapes, comme celui que nous venons de décrire (Béland & Favreau, 1991; Béland & Valdois, 1989; Buchwald & Miozzo, 2012; Buckingham, 1986; Favreau, Nespoulous, & Lecours, 1990; Goldrick & Rapp, 2007; Kohn, 1984a; Laganaro & Zimmermann, 2010; Pate, Saffran, & Martin, 1987; Rapp et al., 2014; Romani & Calabrese, 1998; Romani, Olson, Semenza, & Granà, 2002 entre autres).

Les hypothèses du modèle sériel sur les mécanismes pathogènes sont illustrées schématiquement dans la Figure 6.

⁸ En effet, les *conduites d'approche* - i.e. des tentatives d'autocorrection - sont une des caractéristiques du tableau clinique de l'aphasie de conduction (Joanette et al., 1980; Valdois et al., 1989).

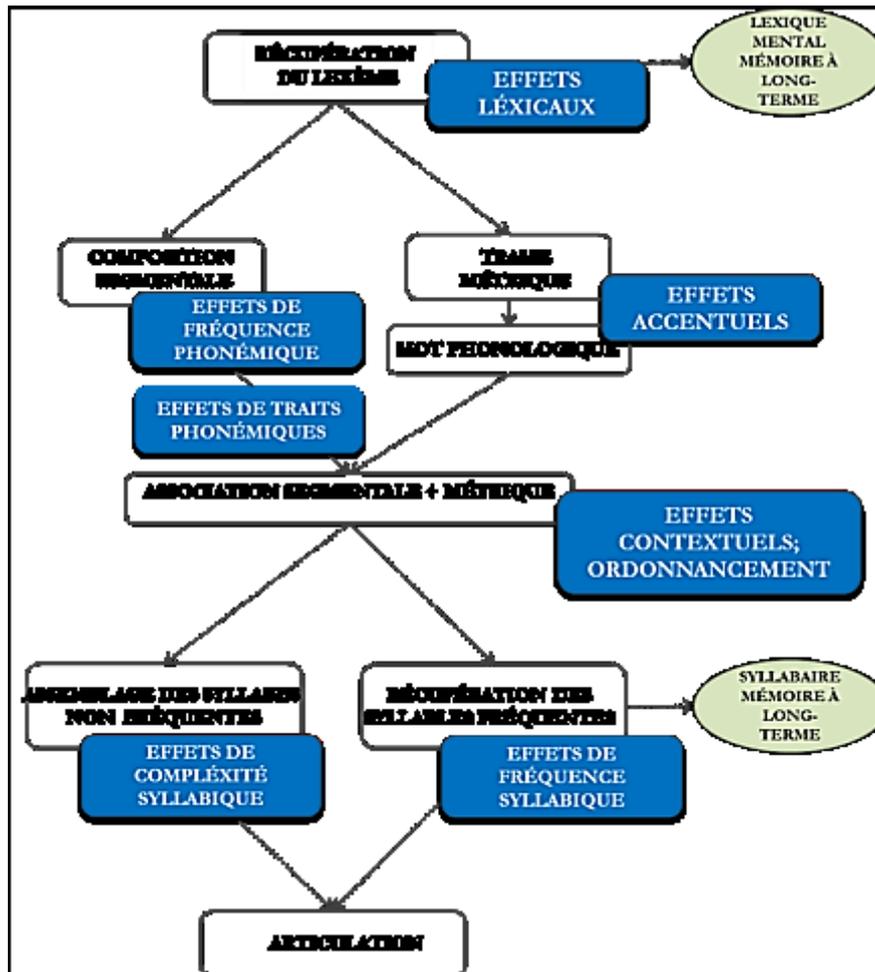


FIGURE 6 La distribution des effets des variables sur la production, selon le modèle de Levelt (Levelt et Wheeldon, 1994)

Contrairement à l'approche de Levelt, les modèles à origine unique, comme celui de Dell, postulent une seule étape d'encodage phonologique, et par conséquent une unique source possible d'erreurs aphasiques, indépendamment du tableau clinique, la sévérité du déficit étant responsable des différences dans la distribution des erreurs (Dell et al., 1997b; Kohn & Smith, 1990; Wilshire, 2002). Cela est congruent avec l'hypothèse de continuité sous-jacente à cette architecture. Elle prédit que les erreurs aphasiques résultent d'une modification quantitative et non qualitative du comportement normal. En raison de l'existence de l'interaction entre les composantes, les variables de haut niveau – par exemple la fréquence lexicale ou la densité lexicale – peuvent influencer le traitement d'un plus bas niveau, les effets de ces variables n'étant pas indicatifs du siège du déficit.

Concernant les paraphasies (lexicales et phonologiques), Dell et collègues les interprètent – indépendamment de leur type – comme le résultat de l'interaction entre deux paramètres : le déclin d'activation (q sur la Figure 7, angl. *decay*) et le poids de la connectivité des unités représentationnelles (p sur la Figure 7, angl. *weight*). La Figure 7 montre la probabilité de la distribution des erreurs en fonction de la combinaison de ces deux paramètres, la valeur 1

représentant la valeur normale. La zone grise représente l'espace où la probabilité d'observer une erreur chez les sujets aphasiques est élevée. Les erreurs observables dans le contexte de l'aphasie de conduction, i.e. celles qui sont souvent liées phonologiquement à la cible, seraient dues à un déclin trop rapide de l'activation (q , cf. image) tandis que les non-mots observables chez les aphasiques de Wernicke résulteraient plutôt de la réduction du poids (p) des représentations.

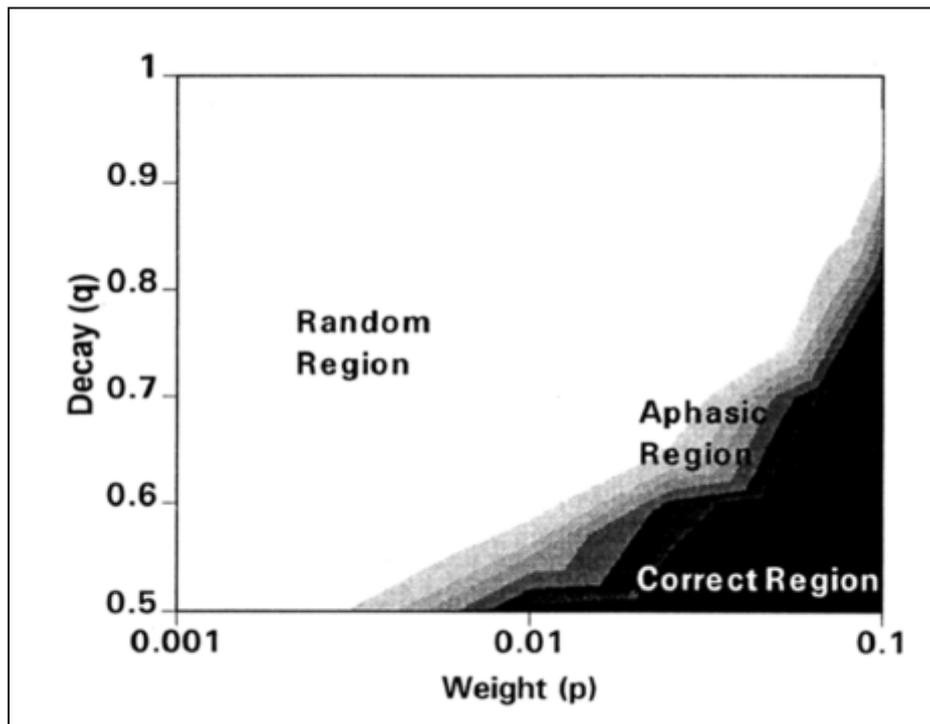


FIGURE 7 Hypothèse sur les mécanismes pathogènes d'après le modèle de Dell et al., (1997b, p. 816), cf. *texte*

Hypothèses sur l'origine de la variabilité

The devil is in the representational detail.
Fragment du titre de l'article de Rapp, Buchwald & Goldrick (2014)

Introduction

Les paragraphes qui suivent concernent les différentes conceptualisations de la composante phonético-phonologique dans les modèles de production verbale. Au lieu d'adopter pour cette revue une perspective hiérarchique préétablie (c.à.d. de l'encodage phonologique à l'encodage phonétique), nous nous sommes proposée d'aborder le sujet à partir du résultat final de ces opérations, i.e. de la variabilité phonétique observable dans la matière sonore et des altérations de la forme sonore de mots. La raison de ce choix est double : nous souhaitons en premier lieu éviter d'imposer un critère hiérarchique (selon lequel la phonétique dépend de la phonologie) qui s'adapte mal à certaines approches et qui, par voie de conséquence, rend fallacieuse toute tentative de comparaison entre ces modèles. En second lieu, nous voulons aborder plus directement les questions qui sont au centre de notre étude : Quelle est l'origine de la variabilité phonétique observée empiriquement, en parole normale et aphasique, qu'elle soit perçue ou non comme correcte ? Quels sont les mécanismes impliqués dans la génération des erreurs que se manifestent en surface comme des transformations catégorielles ? Les approches sérielle – représentée par le modèle de Levelt -, connexionniste – représentée par le modèle de Dell -, et intégrative – représentée par le modèle gestuel, en proposent des interprétations différentes.

La variabilité comme résultat de la spécification

Les recherches instrumentales mettent en évidence qu'il existe une grande variabilité dans la parole qui ne peut pas être expliquée par une relation univoque entre les aspects linguistiques de l'encodage verbale et ses propriétés physiques (Farnetani, 2007; Lindblom, 1983, 1990). La variation des réalisations articulatoires peut être due tant aux contraintes linguistiques, par exemple la structure syllabique ou le nombre de syllabes, qu'aux contraintes phonétiques telles que le débit, ou encore aux aspects extralinguistiques tels que l'état émotionnel du locuteur ou la situation communicative, parmi d'autres facteurs. La coarticulation - qui est définie comme superposition et interaction entre les segments dans le temps (Farnetani, 2007) - est la première et principale source de la variation dans la parole et, de ce fait, l'explication des mécanismes de coarticulation concerne très directement les psycholinguistes intéressés par la production verbale.

Pour rendre compte de la complexité qu'on retrouve dans le signal acoustique, les représentations de bas niveau doivent être spécifiées pour l'information concernant un

certain nombre de facteurs linguistiques. La spécification concerne les aspects subphonémiques - les traits phonologiques, la variation contextuelle (allophonique), l'implémentation articulatoire -, les aspects de fréquence - la fréquence lexicale, syllabique, phonémique -, et les aspects métriques - l'accent lexical et la structure syllabique des mots (Goldrick & Rapp, 2007).

Les auteurs divergent quant au degré de spécification des représentations et quant à l'assignation de la représentation à un niveau spécifique du traitement. Goldrick & Rapp (2007) résument le double aspect de la question sur la nature des représentations en ces mots :

Detailed phonological information (e.g., featural and syllabic information) must certainly be specified prior to articulation. The question is *how early* it is specified?
[Nos italiques]

(Goldrick & Rapp, 2007, p. 225)

Globalement, deux mécanismes de spécification qui s'articulent sur l'axe calcul-stockage peuvent être convoqués : soit elle se fait par intermédiaire de règles (phonologiques, de syllabification, métriques, etc.) opérant sur des représentations sous-spécifiées d'un niveau supérieur, soit en intégrant cette information dans la représentation même, stockée dans le lexique mental (Baese-Berk & Goldrick, 2009; Goldrick, Baker, Murphy, & Baese-Berk, 2011). Le degré de spécification d'une représentation (i.e. le stockage) est inversement proportionnel à la place que le modèle prévoit aux mécanismes combinatoires. Notons que c'est également par rapport à cette dimension que les modèles - sériels, connexionnistes et intégratifs - se distinguent entre eux.

Ci-après nous allons passer en revue les différentes manières dont les modèles intègrent et traitent la spécification des différents aspects linguistiques de la parole : les aspects métriques et syllabiques, les aspects associés à la variation allophonique et les aspects de fréquence.

La spécification des aspects métriques et syllabiques

Le modèle sériel de Levelt et le modèle connexionniste de Dell convergent pour postuler deux mécanismes séparés pour la spécification des aspects segmentaux et métriques. Ils diffèrent néanmoins quant aux hypothèses concernant la question de si l'information syllabique et métrique est encodée dans la représentation lexicale ou si elle est générée moyennant des règles.

Le modèle de Levelt propose que l'information segmentale et la trame métrique du mot soient récupérées séparément et que les deux soient associées à l'étape de l'encodage

phonologique (Aichert & Ziegler, 2004a; Levelt et al., 1999b; Levelt & Wheeldon, 1994). Ce processus résulte en la formation de groupes clitiques qui comportent le mot lexical et les morphèmes grammaticaux qui en dépendent. Les segments ne sont pas spécifiés pour leur position dans la syllabe (Béland, Caplan, & Nespoulous, 1990a; Berg, 2005; Levelt et al., 1999a; Levelt, 1999). La trame métrique contient l'information sur le nombre de syllabes et l'accent lexical uniquement si celui-ci n'est pas régulier (Levelt et al., 1999b). Dans le cas des patrons métriques réguliers, l'accent est attribué par défaut.

En revanche, d'autres auteurs (Dell, 1986b; Romani, Galluzzi, Bureca, & Olson, 2011; Shattuck-Hufnagel, 1979, 1992) postulent que la place des segments dans la trame syllabique est spécifiée pour garantir qu'ils trouvent leur position dans le squelette au cours du processus de l'encodage. Butterworth (1992) considère par ailleurs que tant l'information sur la structure syllabique que les patrons métriques sont encodés dans la représentation lexicale (lexème).

L'argument contre l'intégration de l'information syllabique et métrique dans la représentation réside dans le fait qu'elles ne sont pas contrastives, c.à.d. qu'elles ne servent pas à distinguer deux mots à signification différente. La structure syllabique, dans cette optique, émerge automatiquement de la séquence de phonèmes. Quant à l'accent, il peut pourtant avoir une fonction distinctive, en effet, en espagnol, par exemple, on trouve des oppositions du type : *hábito* (fr. habitude) et *habitó* (fr. il/elle a vécu). Cela suggère que pour cette langue l'accent ferait partie de la représentation lexicale, au moins là où il existe le risque de confondre deux mots à significations différentes (cf. Partie II de ce chapitre).

En ce qui concerne l'aphasie, les aspects métriques sont relativement peu vulnérables à l'erreur (Laganaro, Vacheresse, & Frauenfelder, 2002). Cependant l'accent lexical peut affecter la production de deux manières : soit c'est l'assignation de l'accent dans le mot qui peut être perturbée, soit l'accent intervient dans la probabilité d'observer une transformation segmentale. L'attribution erronée de l'accent affecte principalement les mots à accent irrégulier (Cappa, Nespoulous, Ielasi, & Miozzo, 1997; Laganaro et al., 2002). En ce qui concerne l'effet de l'accent sur le taux d'erreurs, les études montrent qu'une transformation segmentale - en particulier les erreurs d'omission - affecte davantage les syllabes non-accentuées que les syllabes accentuées (Nickels & Howard, 1999; Pate et al., 1987). Ces résultats sont pourtant à interpréter avec prudence étant donné que d'autres facteurs – tels que la position dans le mot ou encore la tâche – peuvent jouer un rôle dans la vulnérabilité aux erreurs. Les effets de l'accent ont été étudiés auprès des patients présentant un déficit phonologique.

Par contre, les erreurs aphasiques montrent une très grande vulnérabilité aux effets de structure syllabique. Parmi les types d'erreurs les plus fréquentes recensées dans la littérature, il y a la simplification de la structure syllabique (Béland et al., 1990; Blumstein, 1973, 1978; McKenzie, 1982; Romani & Calabrese, 1998). Par ailleurs, on observe que les erreurs de

transposition (i.e. métathèses) impliquant les segments ou groupes consonantiques respectent la structure syllabique (MacKay, 1970).

Nombre d'auteurs interprètent les erreurs affectant la structure syllabique dans le cadre de la dichotomie entre les déficits phonétiques et phonologiques (Romani & Calabrese, 1998; Romani, Olson, & Galluzzi, 2011; Romani, Olson, Semenza, et al., 2002). Romani et Galluzzi (2005) ont trouvé un effet de la pathologie (apraxie de la parole *vs* déficit phonologique) sur la distribution des erreurs affectant la structure syllabique. Ces auteurs rapportent que le pourcentage de simplifications de la structure syllabique est significativement supérieur chez les patients présentant un déficit phonétique (i.e. apraxiques) que chez les patients avec un déficit phonologique, et cela, indépendamment de la tâche.

Par ailleurs, l'absence d'effets syllabiques sur le taux de transformations segmentales chez les patients présentant un déficit phonologique – dans le cadre des modèles qui postulent une représentation lexicale sous-spécifiée pour l'information syllabique comme une évidence du fait que la difficulté implique la récupération de l'information segmentale *avant* l'assignation des segments à leurs places dans la trame du mot (Best, 1996; Blanken, 1998; Romani, Olson, Ward, & Ercolani, 2002).

Finalement, la définition de la complexité de la structure syllabique et la corrélation de cette variable avec un certain nombre d'autres facteurs opérant au niveau phonologique ont également intéressé les chercheurs. Nickels et Howard (2004) ont essayé de dissocier les effets de la complexité syllabique des effets de la longueur de mots, du nombre de phonèmes et des groupes consonantiques dans le mot. Ces auteurs concluent que c'est le nombre de phonèmes qui est décisif pour prédire la performance. La réplication de l'étude de Nickels et Howard n'a pas pourtant corroboré ce résultat (Romani & Galluzzi, 2005). Romani et Galluzzi rapportent que l'effet de la complexité syllabique persiste indépendamment la définition de cette complexité (correspondant au nombre de groupes consonantiques dans le mot ou en termes de simplification de la structure syllabique).

Spécification allophonique

A. Spécification par l'intermédiaire de règles phonologiques

Dans le paradigme transformationnel, on assume généralement que les représentations phonologiques ne contiennent pas d'information relative à la réalisation allophonique du segment déterminé, c.à.d. qu'elles sont sous-spécifiées pour le détail phonétique. Cela ressort de la prémisse de la théorie de sous-spécification, le cadre qui inspire ces architectures. Cette prémisse prédit que seulement les éléments non prévisibles sont stockés avec la représentation tandis que les éléments redondants – par exemple, le fait qu'en espagnol une occlusive sonore soit réalisée comme approximante en contexte intervocalique ou encore que

la voyelle qui précède une occlusive sonore soit plus longue - sont générés par l'intermédiaire de règles (Archangeli & Pulleyblank, 1986; Archangeli, 1988; Clements, 1988; Prieto, 2014; Steriade, 1987 entre autres, cf. la partie II de ce chapitre).

Dans les modèles de ce type (par exemple Levelt, 1989, 1999; Roelofs, 1997), la parole est le résultat du processus de conversion des représentations phonologiques abstraites et sous-spécifiées en réalités physiques, c.à.d. les sons de la parole, qui implique l'interaction entre trois composantes : le niveau phonologique⁹ correspondant aux représentations abstraites, catégorielles et contrastives, le niveau phonétique, non-contrastif, de l'implémentation des gestes articulatoires, et d'une interface qui communique entre les niveaux phonologique et phonétique, dont le rôle consiste à transmuter les catégories phonologiques abstraites en catégories phonétiques quantitatives – c.à.d. des échelles de valeurs – directement interprétables par le module phonétique subséquent (Keating, Mikos, & Ganong, 1981; Keating, 1984, 1988; Prieto, 2014). Dans cette optique, la phonétique et la phonologie sont situées l'une par rapport à l'autre dans une relation hiérarchique où le fonctionnement du niveau phonétique – i.e. le niveau bas du traitement - dépend du résultat des processus phonologiques et lexicaux opérant sur un plus haut niveau¹⁰.

La variabilité phonétique est, dans cette démarche, le résultat de processus opérant au niveau phonétique sur une représentation phonologique sous-spécifiée isolée lors du traitement. Il en découle que les opérations phonétiques seront sensibles aux variables propres à ce niveau de traitement mais pas aux variables d'un plus haut niveau, telles que la fréquence lexicale, puisque le principe de sérialité empêche que l'information du niveau lexical influence la dernière étape de la production verbale.

Précisons que le module phonologique et l'interface, c.à.d. l'étape de l'encodage phonétique, appartient à ce que l'on considère la compétence linguistique, tandis que le dernier

⁹ Il est généralement admis que l'encodage phonologique dans des modèles sériels se déploie en deux étapes. L'encodage lexico-phonologique consiste à récupérer du lexique mental une représentation lexicale abstraite qui contient l'information relative à la signification et la forme du mot sans pourtant spécifier différents aspects phonologiques de cette forme (tels que l'accent ou le nombre de syllabes). A l'étape subséquente – appelée l'encodage phonologique post-lexical – les aspects segmentaux et métriques sont associés et les plans phonologiques sont élaborés pour le traitement phonétique successif. Cette distinction est reprise pour l'explication des erreurs aphasiques qui peuvent survenir à l'étape lexicale au moment de l'accès à la représentation (Butterworth, 1992; Goldrick & Rapp, 2007; Laganaro, 2002; Nickels & Howard, 1999) ou au moment de l'association de l'information segmentale dans la trame métrique (Shallice, Rumiat, & Zadini, 2000).

¹⁰ La structuration où les tâches qui incombent à chaque étape de traitement, les processus et les unités qui y participent sont clairement différenciées découle du postulat fondateur de ces architectures que nous avons soulevé au début de ce chapitre : la séparation de la phonétique et la phonologie et l'attribution à chaque discipline de rôles complémentaires. Dans ce sens, parler de différents niveaux d'encodage est synonyme de parler des différentes représentations opérant à ces niveaux, ou encore, plus précisément, de la distinction spécification vs. sous-spécification de ces représentations. C'est ce sur quoi mettent l'accent un nombre de travaux contemporains qui réexaminent la dichotomie phonétique – phonologie appliquée aux erreurs aphasiques sans abandonner le cadre modulaire (par exemple Buchwald & Miozzo, 2012; Romani, Olson, Semenza, et al., 2002) face aux travaux antérieurs (Lecours & Lhermitte, 1969; Nespoulous & Borrel, 1979; Nespoulous, Lecours, & Joannette, 1982, 1983).

module, qui s'occupe de l'exécution phonétique, est extralinguistique. Cela correspond à la distinction entre la variation phonétique motivée par les contraintes linguistiques - par exemple les rangs des valeurs du VOT ou les règles d'assimilation, variant en fonction de la langue (Keating, 1984) – de celle qui est soumise à des contraintes universelles – par exemple l'augmentation des valeurs du VOT avec la rétraction du point d'articulation vers la partie postérieure de la cavité orale.

Bien que les adeptes de ce paradigme s'accordent à considérer que la représentation phonologique est sous-spécifiée, le degré de cette sous-spécification reste l'objet de controverses.

Dans la version atténuée de la théorie de la sous-spécification, dite contrastive (Steriade, 1987), la représentation sous-jacente contient les deux valeurs d'un trait contrastif. Par exemple en espagnol, le voisement est contrastif pour les occlusives, mais pas pour les fricatives. Par conséquent, la représentation des consonnes occlusives contiendra la spécification de la sonorité avec les valeurs {+voisée} et {-voisée} tandis que celle des fricatives ne la contiendra pas. Dans ce dernier cas, le voisement sera le résultat de l'opération de processus phonologiques de plus bas niveau, en fonction du contexte. Dans la version la plus radicale de la théorie de la sous-spécification (Archangeli & Pulleyblank, 1986; Archangeli, 1988; Paradis & Prunet, 1989; Stemberger & Stoel-Gammon, 1991), la représentation sous-jacente contiendra uniquement les valeurs marquées d'un trait distinctif binaire. Ainsi, dans le cas du voisement, la représentation du trait de voisement sera spécifiée uniquement pour la valeur {+voisée}, la valeur non-voisée étant appliquée par défaut. Une autre proposition, finalement (Levelt, 1989), consiste à intégrer la notion d'archiphonème dans la représentation phonologique, qui peut prendre différentes valeurs lors de la spécification.

La sous-spécification concerne également les traits qui ne sont pas binaires mais privatifs¹¹, par exemple le point d'articulation. Selon cette théorie, les consonnes coronales manquent de spécification pour le nœud de point d'articulation, contrairement aux représentations des consonnes labiales ou vélaires (Paradis & Prunet, 1989; Stemberger & Stoel-Gammon, 1991). Nombre de données empiriques suggèrent une représentation sous-spécifiée pour ce type de consonnes, y compris leur propension à adopter le point d'articulation des segments adjacents, ou encore leur fréquence dans les langues. Le caractère sous-spécifié de la représentation d'une consonne la rendrait plus vulnérable à l'erreur. Béland et Favreau (1991) rapportent, sur la base d'une étude de patients aphasiques francophones, que les coronales sont substituées, omises et insérées plus souvent que les consonnes labiales ou vélaires.

¹¹ Le trait privatif ou monovalent n'a pas de spécification [\pm]. Un segment labial sera ainsi caractérisé par une marque [labial] mais un segment vélaire n'aura pas de marque *[-labial] mais [vélaire] (Clements, 1985).

L'organisation des traits phonologiques dans la représentation est également un sujet du débat. Par exemple, la SPE postule que les représentations phonologiques sont constituées par des faisceaux de traits distinctifs binaires tandis que Clements (1985) propose que cette organisation soit de type hiérarchique (angl. *the feature tree*) et distinguent des traits principaux et des traits subordonnés. Cette conceptualisation de la représentation à l'étape phonologique a été appliquée à l'analyse des paraphasies phonémiques (Béland et al., 1990; Béland & Valdois, 1989; Favreau et al., 1990).

Par exemple, selon Béland & Valdois (1989), qui s'inscrivent dans le cadre théorique de Phonologie du Gouvernement (Kaye, Lowenstamm, & Vergnaud, 1985a), les représentations phonologiques possèdent une structure hiérarchique qui implique deux plans réunis par le squelette : le plan syllabique et le plan segmental. Cette structure comporte l'attaque (branchante ou pas), qui est facultative, la rime comportant le noyau obligatoire et la coda facultative. Les erreurs de substitution, d'omission et d'insertions sont donc interprétables par rapport à cette structure tridimensionnelle, comprenant plusieurs niveaux de représentation, cf. Figure 8. Par exemples, les erreurs d'omission impliquent toujours le segment occupant la position gouvernée (et non gouvernante) d'un constituant branchant (attaque ou coda).

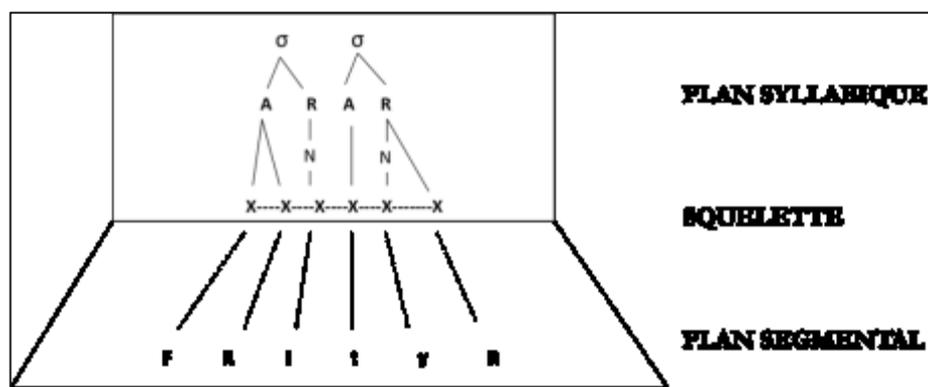


FIGURE 8 Exemple de représentation phonologique à organisation hiérarchique : la représentation phonologique du mot « friture » (d'après Béland & Valdois, 1989)

Les erreurs d'insertion, sont interprétées également en termes de modification de la représentation phonologique de la syllabe : elles consistent souvent à dupliquer une structure syllabique. Ces études montrent que les phonèmes ne sont pas récupérés directement pendant l'encodage phonologique, mais plutôt à travers la structure syllabique qui fournit des contraintes pour leur ordonnancement et, par conséquent, qui conditionne la génération d'erreurs.

Une des preuves empiriques qui vont dans le sens de la sous-spécification des représentations de haut niveau concerne la *canonicité phonotactique*, c.à.d. la réalisation phonétique correcte, des *lapses linguae* chez les sujets normaux et des transformations segmentales chez les patients aphasiques dits fluent qui a priori ne présentent pas de difficulté au niveau phonétique (entre autres Buchwald & Miozzo, 2012; Fromkin, 1973; Shattuck-Hufnagel, 1987). La grammaticalité phonotactique de ces productions indique que l'erreur s'adapte au contexte phonétique sans laisser de traces acoustiques du contexte intentionné. Il en est conclu que l'erreur doit survenir avant la spécification allophonique et qu'elle affecte une représentation qui ne contient pas le détail phonétique¹².

Une étude récente de Buchwald & Miozzo (2012) s'inscrit dans ce paradigme. Ces auteurs comparent les /p, t, k/ produites par deux patients aphasiques - l'un présentant un déficit phonologique et l'autre phonétique - dans deux contextes:

- (1) En attache branchant : /p, t, k/ dans *spill, still* et *skill* ou le /s/ a été omis : (~~spill~~, ~~still~~, ~~skill~~)
- (2) En attaque simple : /p, t, k/ dans *pill, till, kill*

Si l'omission du /s/ surgit au niveau où les représentations sont spécifiées pour l'entourage phonique, alors les consonnes /p, t, k/ dans les formes ~~spill~~, ~~still~~, ~~skill~~ conserveront l'information concernant cet entourage, c.à.d. elles présenteront les valeurs acoustiques appropriées à l'attaque branchante (sp, st, sk). Si, au contraire, l'erreur survient au niveau où les représentations ne sont pas spécifiées pour l'information contextuelle, les consonnes /p, t, k/ adopteront l'expression acoustique propre à ce type de consonnes en position initiale (angl. *phonetic accommodation*).

Buchwald et Miozzo trouvent des valeurs différentielles chez leurs sujets : les productions du premier patient s'adaptent au nouveau contexte (attaque simple) et alors, selon l'hypothèse, les erreurs d'omission de ce patient surviennent au niveau où les représentations ne spécifient pas les détails relatifs au contexte phonique. Chez le deuxième patient, les erreurs présentent les valeurs du VOT appropriées à l'attaque branchante, suggérant que les représentations de ces phonèmes étaient spécifiées pour l'information contextuelle. Les auteurs interprètent ce résultat comme indicatif de l'existence d'une dissociation des niveaux de représentation abstraites et non-contextuelles, d'un côté, et des représentations spécifiées pour l'information de bas niveau, de l'autre¹³.

¹² L'interprétation alternative, comme nous l'avons mentionné plus haut, est qu'il s'agit d'un problème d'accès à la représentation phonologique.

¹³ Parmi les études les plus récentes qui mettent en question la validité de ce paradigme pour indiquer le siège du déficit (et, par extension, la validité de l'approche modulaire du traitement phonético-phonologique) se trouvent les travaux Pouplier, Marin, & Waltl (Pouplier, Marin, & Waltl, 2014, cf. aussi Goldrick & Blumstein, 2006; Tuller, 1984). Pouplier et collègues ont examiné l'adaptation du VOT aux contextes générés par les erreurs (création de groupes consonantiques et simplification de groupes consonantiques) chez les sujets

Dans l'expérience de Buchwald et Miozzo, l'adaptation phonotactique du segment relevée moyennant des méthodes instrumentales est indicative de la nature sous-spécifiée de la représentation au niveau phonologique. La présence ou l'absence de l'adaptation phonotactique a longtemps été utilisée pour déterminer le siège du déficit – phonétique ou phonologique – dans un cadre de triples correspondances entre le déficit, le tableau clinique et l'expression phonique (Archambault & Bergeron, 1990; Blumstein, Cooper, Zurif, & Caramazza, 1977; Blumstein, Cooper, Goodglass, Statlender, & Gottlieb, 1980b; Janus, 2001 entre autres). Dans ce paradigme, les malformations phonétiques - c.à.d. des réalisations phonétiques non-orthodoxes du point de vue phonotactique - observées chez les aphasiques non fluents (aphasie de Broca) correspondent à un déficit phonétique, et s'opposent aux réalisations phonotactiquement canoniques des patients présentant un déficit de haut niveau – phonologique – en l'absence de déficit phonétique (cf. Figure 9).

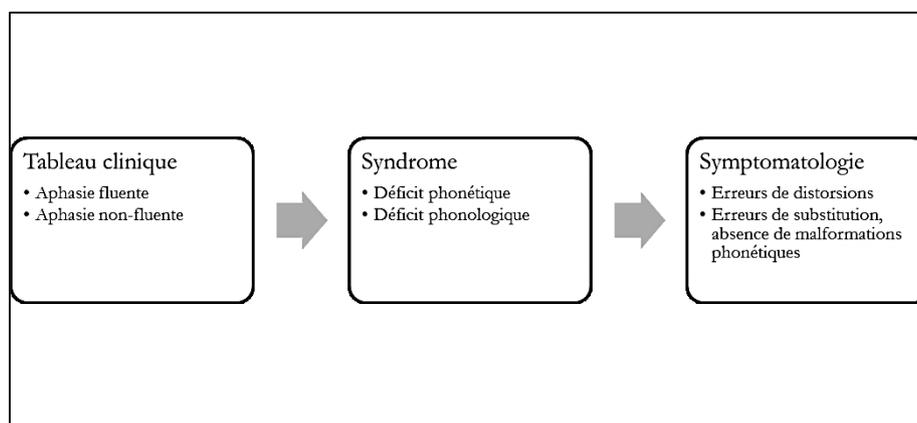


FIGURE 9 Cadre de triples correspondances entre le tableau clinique de l'aphasie, la nature du déficit et la symptomatologie

B. Spécification moyennant l'intégration du détail phonétique dans la représentation

Un mécanisme alternatif à la spécification du détail phonétique par l'intermédiaire de règles phonologiques opérant sur une représentation sous-spécifiée consiste à stocker cette

normaux. Les auteurs rapportent que, parmi les erreurs générées, 28% ne montrent pas de traces d'adaptation au nouveau contexte phonique, i.e. elles ne sont pas des réalisations phonotactiquement canoniques, contrairement aux prédictions de l'hypothèse modulariste sur l'origine phonologique de ces erreurs. Les résultats obtenus indiquent, d'un côté, que les erreurs canoniques et non canoniques du point de vue phonotactique peuvent être générées dans le cadre de la même expérience, ce qui met en question la différenciation des niveaux sur la base d'analyses de la canonicité phonotactique des productions observées, et de l'autre, que les erreurs – aussi bien canoniques que non canoniques du point de vue phonotactique – montrent des effets de la compétition phonologique, ce qui va dans le sens des hypothèses générées par des modèles connexionnistes, postulant l'activation en parallèle des compétiteurs phonologiques (cf. aussi l'étude de Goldrick & Blumstein, 2006).

information dans la représentation. Dans une modification du modèle de Levelt (Wheeldon, 1994), les représentations de plus haut niveau – lexical et lexico-phonologique – restent sous-spécifiées, mais ces auteurs proposent une représentation spécifiée pour la variation allophonique au niveau de l'interface entre l'encodage phonologique et l'exécution articulatoire. Cette proposition théorique rejoint par ailleurs le débat sur la taille de l'unité qui participe à l'encodage aux niveaux phonologique et phonétique (Aichert & Ziegler, 2008; Cholin, Levelt, & Schiller, 2006; Cholin & Levelt, 2009; Cholin, 2008; Varley, Whiteside, Windsor, & Fisher, 2006; Varley & Whiteside, 1998; Wheeldon, 1994; Ziegler, Thelen, Staiger, & Liepold, 2008; Ziegler, 2009).

Cette alternative théorique n'est pourtant pas la première (Crompton, 1981; Wickelgren, 1969). La proposition de Wickelgren de 1969, par exemple, reflète la préoccupation d'intégrer l'information contextuelle dans la représentation phonologique de manière automatique. Cet auteur a proposé l'*allophone* comme l'unité d'encodage (qu'il définit comme « context-sensitive elementary motor response »), spécifié pour le contexte phonique à sa droite et à sa gauche : un phonème Y dans une séquence XYZ serait spécifié de la manière suivante ${}_xY_z$. Ainsi, le détail phonétique ne serait plus objet de la computation mais il serait stocké dans la mémoire comme partie de la représentation. Cette proposition a été critiquée en raison du fait qu'elle ne permet d'expliquer que la coarticulation immédiate, c.à.d. affectant uniquement les segments adjacents, et qu'elle implique l'existence d'un long inventaire de possibilités allophoniques redondantes, donc non-écologique du point de vue cognitif (par exemple MacNeilage, 1970).

Partant du fait que la plupart de phénomènes de coarticulation ont lieu au sein de la syllabe, Levelt et Wheeldon (1994), reprennent l'idée de Crompton (1981), et proposent la *syllabe* (conçue comme un programme moteur de la taille de syllabe) comme unité d'encodage au niveau phonétique (Cholin et al., 2006; Cholin & Levelt, 2009) qui est récupérée pendant la production verbale du lexique mental.

Le syllabaire mental, tel qu'il est décrit par Levelt et Wheeldon, est un inventaire mental qui contient toutes les syllabes utilisées fréquemment dans une langue donnée. Ces programmes moteurs (ou partition gestuelle, angl. *gestural scores*) spécifient la configuration des articulateurs impliqués (lèvres, langue, mâchoire, etc.) et sont calculés à partir de différents *tiers* (i.e. niveaux) articulatoires (oral, glottal, nasal). Levelt rejoint ici la proposition de la Phonologie Articulatoire, sur laquelle nous reviendrons à la fin de cette partie. Chaque configuration possède un seuil d'activation en fonction de sa fréquence : une syllabe phonétique sera donc récupérée du syllabaire en fonction de son degré d'activation. L'ensemble des syllabes phonétiques forme une séquence de syllabes qui constitue le plan articulatoire pour la parole. Ces unités ont un caractère abstrait, elles spécifient la tâche à exécuter par les organes articulatoires.

Dans une série d'expériences, Levelt et Wheeldon (1994) avancent des hypothèses concernant le syllabaire mental et les mettent à l'épreuve. Leurs résultats corroborent : que les syllabes fréquentes sont dénommées plus rapidement (1) ; qu'il existe une dissociation des effets de fréquence syllabique et de fréquence lexicale, ce qui suggère que ces deux effets opèrent à des étapes d'encodage phonologique distinctes (2); que la vitesse de dénomination dépend de la fréquence syllabique de la dernière syllabe, ce qui confirme que les programmes syllabiques sont récupérés de manière successive et que l'exécution articulatoire ne commence pas avant que tous les programmes soient récupérés (3), et que les effets de complexité syllabique et de la fréquence syllabique sont dissociés, la complexité syllabique n'ayant pas d'effet sur la vitesse de dénomination.

Sur un plan plus global, l'hypothèse du syllabaire s'inscrit dans la ligne des études qui se posent la question sur l'existence d'une unité minimale qui participe à l'encodage au niveau phonétique et sur la structure interne de cette unité. Si la syllabe n'est pas l'unité atomique d'encodage, comme le soutiennent certains auteurs (par exemple Aichert & Ziegler, 2008), quels autres candidats peuvent jouer ce rôle ? Dans un autre article Ziegler et collègues (Ziegler et al., 2008) examinent la nature non-compositionnelle des programmes syllabiques moteurs récupérables au niveau de l'encodage en identifiant les effets indépendants des variables associées à différents niveaux de représentations structurelles : le phonème, les constituants de la syllabe (attaque, noyau et coda), la syllabe, le pied métrique et le lexème sur la distribution des erreurs. Ils avancent l'hypothèse selon laquelle l'articulation peut être intégrée (encapsulée) dans des unités au-dessous et au-dessus de la taille de syllabe. Le modèle de Levelt prévoit que le nombre d'erreurs serait proportionnel au nombre d'unités stockées, i.e. dans ce cas-là des syllabes. Ziegler et collaborateurs rapportent qu'aucune des variables étudiées ne prédit à elle seule l'apparition de l'erreur. Ce résultat suggère, selon les auteurs, que l'unité d'encodage phonologique s'étend sur plusieurs niveaux de l'architecture fonctionnelle de la production verbale organisée de manière hiérarchique (cf. la perspective connexionniste sur la nature des représentations). Ainsi, ce résultat est incompatible avec les approches holistiques (comme celle de Levelt et Wheeldon) postulant que les éléments de la structure interne des programmes moteurs ne jouent pas de rôle dans l'encodage phonétique.

Dans la ligne de ces études s'inscrit également le travail sur les phénomènes coarticulatoires (Ziegler, 2009) dans lequel l'auteur teste l'hypothèse du geste défini opérationnellement comme *une transition entre les segments adjacents* (cf. l'allophone de Wickelgren, 1969) et examine la probabilité d'obtenir une production correcte de cette unité par des patients atteints d'apraxie de la parole en fonction des facteurs suivants : synchronie gestuelle, présence de groupes consonantiques, constituants syllabiques, structure métrique et statut lexical. Il conclut que l'organisation des plans phonétiques comporte des constituants *hiérarchiquement imbriqués* et s'étend du niveau des gestes articulatoires au niveau des pieds métriques.

En conclusion, les résultats des études concernant les constituants stockés dans la mémoire ne sont pas congruents et le débat est encore largement ouvert.

C. Spécification complète : modèle gestuel

Jusqu'ici nous avons vu les mécanismes de spécification moyennant la computation et l'intégration de l'information phonétique dans la représentation qui restent dans un cadre hiérarchique. En effet, les représentations syllabiques - contenant l'information phonétique - n'y sont convoquées qu'à l'étape de l'encodage phonétique, juste avant l'articulation.

Les approches intégratives - exemplifiées par le modèle gestuel élaboré au sein de la Phonologie Articulatoire ou par le modèle à exemplaires - considèrent que le détail phonétique est stocké avec la représentation lexicale. Cette proposition rompt radicalement avec la structure hiérarchique des modèles sériels, et, dans une certaine mesure, connexionnistes.

La Phonologie Articulatoire remplace la représentation phonologique conçue en termes de traits distinctifs par le concept de *geste articulatoire*, défini comme une unité structurale minimale participant à la production verbale (Browman & Goldstein, 1986, 1990, 1992). Cette approche se distingue des deux conceptions à structure hiérarchique - structures de type « top-down » dans lesquelles le haut niveau - donne des ordres/commandes à exécuter par le bas niveau - phonétique - que nous venons de présenter (modulaire et connexionniste) sur un point essentiel : elle considère le geste comme une entité à double réalité. Le geste est une unité contrastive et catégorielle (i.e. phonologique), un primitif au plan articulatoire et physique, concrète (i.e. phonétique), relative au mouvement des articulateurs en même temps. Sur le versant phonologique, le geste se définit comme une unité discrète et indépendante du contexte, sur le versant phonétique, il possède une dimension physique, spatio-temporelle. Grâce à cette double fonction, le geste rend compte des phénomènes catégoriels et continus à la fois, et rend obsolète la nécessité de transmutation des unités mentales en objets physiques, qui était à la base de la dichotomie phonétique vs phonologie. Par ailleurs, le fait que ce geste incorpore dans sa représentation la spécification motrice (articulatoire) plaide contre la nature symbolique des primitives phonologiques postulée dans les approches cognitives classiques. Le geste ainsi défini ne coïncide pas avec les concepts classiques de phonème, de trait distinctif ou de syllabe : les gestes se configurent plutôt pour former des unités plus complexes sans que leur taille soit prédéterminée :

While gestures are primitive phonological units they do not correspond to either features or segments. Rather they sometimes give the appearance of corresponding to features, and sometimes to segments.

(Browman & Goldstein, 1992, p. 23)

Selon cette approche, les unités lexicales sont stockées sous forme d'ensemble de gestes articulatoires. Ces représentations sont décrites moyennant des « partitions gestuelles » (*gestural score*) qui indiquent la constellation (coalition) d'articulateurs impliqués dans la

réalisation de la tâche articulatoire concrète¹⁴. Sur le plan « phonologique » (i.e. du contraste), les gestes sont catégorisés en fonction de structures coordinatrices (angl. coordinative structures, cf. Figure 10) qui ont la même fonction que les phonèmes dans les approches traditionnelles, et qui indiquent la participation d'un ou plusieurs organes articulateurs (lèvres, mâchoire, pointe de la langue, corps de la langue, velum, glotte, etc.) à la tâche qui précise où et comment la constriction est faite en fonction des paramètres dynamiques associés. Ces paramètres sont simulés par le modèle computationnel de la Dynamique des Tâches (angl. *Task Dynamics*, Saltzman & Kelso, 1987), qui spécifie les détails opérationnels, c.à.d. les gestes articulatoires précis qui convergent pour arriver à l'exécution de la tâche.

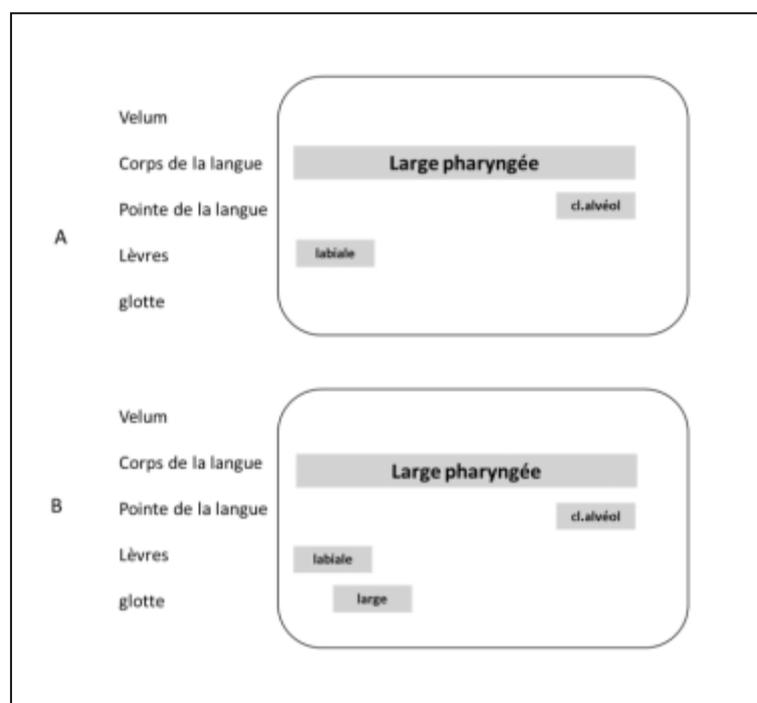


FIGURE 10 Représentations schématiques des partitions gestuelles des mots « bad » (A) et « pad » (B) en anglais. Il est postulé qu'en production le larynx est en position de voisement par défaut (d'après Browman & Goldstein, 1992)

Un aspect essentiel de cette approche est que la représentation contient la dimension temporelle. La spécification des aspects spatio-temporaux des gestes indique comment ils se superposent ; c.à.d. comment les gestes sont coordonnés l'un par rapport à l'autre dans le temps (« chevauchement des gestes »). Un geste peut s'initier avant que l'autre ne termine, il peut atteindre la cible en même temps que l'autre, il peut finalement se superposer complètement ou partiellement à l'autre. L'exemple de cette dynamique est illustré dans la Figure 11.

¹⁴ La tâche est conçue au sein de cette théorie comme un objectif fonctionnel spécifié sous forme de paramètres dynamiques qui déterminent le trajectoire des articulateurs (Fougeron, 2005, p. 271)

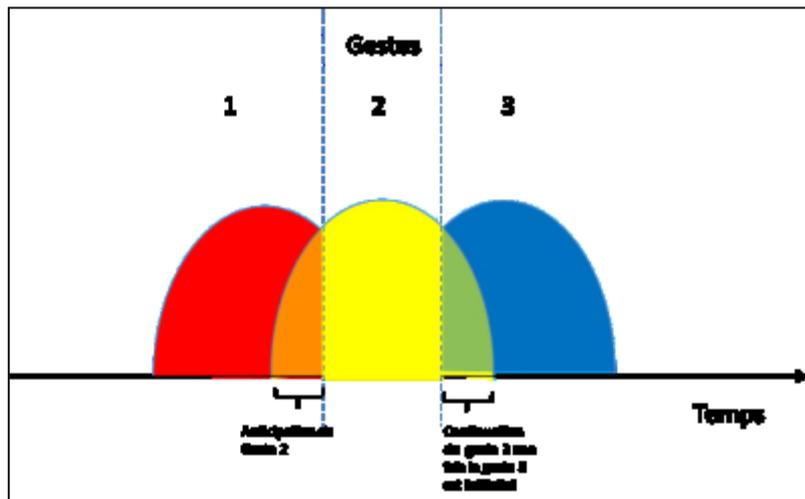


FIGURE 11 Chevauchement des gestes articulatoires (d'après Fowler & Saltzman, 1993)

C'est l'intégration de la dimension temporelle dans la représentation lexicale et la dynamique des tâches qui rendent possible l'explication de l'invariance, d'un côté, et de la variabilité contextuelle, de l'autre, par le même mécanisme. Ainsi, Kelso, Saltzman & Tuller (1986) et Tuller & Kelso (1984) mettent en lumière la stabilité des configurations temporelles (invariants relationnels) qui se maintiennent constantes indépendamment de la vitesse d'élocution et de l'accent. Par ailleurs, la dynamique des tâches permet d'expliquer les phénomènes de la compensation articulatoire : les gestes collaborent pour attendre une configuration articulatoire, si on introduit un obstacle pour empêcher le mouvement d'un des articulateurs impliqué dans la structure coordinatrice (une pipe ou autre perturbation externe), d'autres articulateurs s'engagent presque immédiatement en une activité compensatrice (Abbs, Gracco, & Cole, 1984; Kelso, Tuller, Vatikiotis-Bateson, & Fowler, 1984 entre autres).

L'approche gestuelle a proposé une explication alternative pour rendre compte des erreurs considérées comme des transformations impliquant la substitution, l'omission ou la transposition des unités catégorielles. Pour l'illustrer prenons un exemple cité dans Buchwald et al. (2007). Ces auteurs rapportent le cas d'un patient aphasique qui insère systématiquement des voyelles dans les groupes consonantiques en attaque syllabique en position initiale du mot comme dans : bleed -> /bɛlɪde/, clone -> /kɛlon/. Selon la théorie transformationnelle classique, ce type d'erreur peut avoir deux interprétations en fonction de la canonicité phonotactique de sa manifestation acoustique : soit elle est due à une perturbation au niveau phonologique (où une voyelle est effectivement ajoutée à la représentation phonologique), soit elle résulte d'un déficit phonétique et consiste en l'implémentation articulatoire déficitaire d'une représentation phonologique bien sélectionnée. Par contre, la théorie gestuelle de représentations postule que l'insertion vocalique perçue peut résulter de la coproduction des gestes, c.à.d. du couplage temporel entre les gestes

appartenant à des consonnes adjacentes dans le groupe consonantique (chevauchement des gestes) et de la dynamique du conduit vocal.

Dans une révision des études articulatoires portant sur les erreurs aussi bien chez les sujets aphasiques qu'en parole normale, Pouplier & Hardcastle (2005) rapportent que toutes ces études ont trouvé « a significantly large number of temporally mislocated segments », indiquant la gestion temporelle comme origine de la difficulté, ainsi que des traces de la coproduction simultanée de segments (erreur et cible), ce qui remet en question le postulat classique selon lequel les phonèmes constituent l'unité minimale de production impliquée dans l'erreur. Pouplier et Hardcastle réinterprètent ces résultats dans le cadre de la théorie gestuelle décrite ci-avant.

Dans la même optique, il a été postulé que la programmation des aspects relationnels peut être perturbée comme conséquence des pathologies d'origine neurologique, comme l'aphasie ou la dysarthrie (Keller, 1984, 1987), ce qui propose une interprétation alternative à la nature des déficits des aphasies motrices.

D. La variabilité phonétique comme résultat de l'interaction

Nous avons revu ci-avant les mécanismes de spécification affectant les représentations à différents niveaux de l'encodage de la parole. La variabilité phonétique est conçue comme le résultat de l'application de règles phonologiques ou bien le détail phonétique est encodé dans les représentations mêmes, bien au niveau entre l'encodage phonologique et phonétique (le syllabaire de Levelt et Wheeldon) ou dans la représentation lexicale (modèle gestuel). Nous avons décidé de traiter séparément le mécanisme qui est intégré dans les modèles connexionnistes. Ce mécanisme utilise le principe des modèles connexionnistes : la circulation de l'information en cascade et l'interaction de l'information entre les composantes.

Prenons comme point de départ pour la revue de cette approche une observation empirique.

Dans le paradigme sériel il est postulé que toute anomalie phonétique est due aux opérations du niveau phonétique. Ce paradigme appliqué aux erreurs aphasiques expliquait la non-canonie des réalisations phonétiques par un déficit au niveau de l'encodage phonétique. En effet, la présence de telles anomalies chez les aphasiques de Broca, présentant un déficit phonétique due à une cause neurologique, et son absence chez les aphasiques fluents, dont le traitement phonétique était à priori intact, corroborait les hypothèses émises au sein de ce paradigme.

Pourtant, en 1980 une étude acoustique des erreurs des aphasiques aussi bien fluents que non-fluents menée par Blumstein et collaborateurs (Blumstein, Cooper, Goodglass, Statlender, & Gottlieb, 1980) rapporte l'existence de réalisations phonétiques non canoniques chez les sujets aphasiques fluents (aphasie de Wernicke) qu'ils appellent « subtle phonetic

deficit¹⁵ » (Vijayan & Gandour, 1995 pour une revue). La question qui se pose alors est de savoir si ces anomalies observées en surface reflètent quand même un déficit phonétique chez ces sujets ou si elles sont dues à d'autres facteurs, phonétiques - tels que par exemple le débit – ou encore à des facteurs attribués à des processus de plus haut niveau, phonologique ou lexical, où le déficit linguistique chez ces patient est censé survenir. C'est précisément là où les modèles sériels transformationnels montrent ses limites à offrir des explications de la variabilité phonétique quand elle peut ne pas être due à des facteurs phonétiques.

Le paradigme connexionniste (Dell, 1986; Dell et al., 1997) offre une explication alternative pour rendre compte de la variabilité phonétique observable dans le signal telle que celle qui a été observée par Blumstein et collègues. Elle s'articule autour du concept de l'interaction. Précisons qu'il existe un nombre de modèles connexionnistes présentant différents degrés d'interaction entre les modules (cf. Rapp & Goldrick, 2000 pour une revue). La plupart de ces modèles présentent une structure hiérarchique (Ferrand, 1998). Plus le modèle est interactif – i.e. moins il y a de contraintes pour la circulation de l'information dans le réseau - moins il devient hiérarchique.

Ces modèles permettent de représenter différents aspects de l'information phonologique dans le réseau moyennant les nœuds correspondant aux morphèmes, syllabes, rimes, segments, groupements de segments et traits. Ces nœuds sont connectés entre eux à l'aide des connexions bidirectionnelles de différents poids (ang. *weight*). La production d'un mot consiste à activer les unités correspondant aux segments, qui envoient ensuite de l'activation à leurs voisins de manière à ce que l'activation se propage dans le réseau. La sélection des unités ou des groupements d'unités se fait en fonction de la force de leur activation. L'ordonnement des phonèmes dans des trames syllabiques se fait en parallèle : les nœuds correspondant aux segments sont spécifiés pour la position syllabique (attaque, nucleus ou coda). La différence cruciale par rapport au modèle sériel consiste en ce que l'information provenant des items activés – les compétiteurs – passe au niveau subséquent et laisse des traces acoustiques dans le signal.

Dans cette approche, c'est le lexique qui contraint la circulation de l'information dans le réseau. Ainsi, parmi les variables qui affectent l'encodage phonologique, se trouve l'entourage lexical et phonologique de la cible. Le rôle de la densité phonologique – qui se définit comme le nombre de mots qui diffèrent du mot cible d'un phonème par substitution, addition ou omission (Luce & Pisoni, 1998) - a été observé dans différentes modalités (reconnaissance des mots et dénomination) aussi bien auprès de sujets sains que d'aphasiques, principalement pour l'anglais (Dell & Gordon, 2003; Gordon & Dell, 2001; Gordon, 2002; Vitevitch,

¹⁵ Suite à l'étude de Blumstein, d'autres auteurs ont rapporté l'existence des anomalies phonétique chez des sujets aphasiques fluents (Baum et al., 1990; Baum & Slatkovsky, 1993; J. Ryalls, 1986; Shinn & Blumstein, 1983; Tuller, 1984) qui se manifestait par : l'allongement des fricatives et des voyelles, distribution des valeurs du VOT non-canoniques, durée de l'occlusion non canoniques, allongements des syllabes à structure CV en position initiale, entre autres.

2002)¹⁶. En particulier, il a été observé que les mots à forte densité de voisinage phonologique sont moins susceptibles d'induire des erreurs chez les sujets aphasiques, et qu'ils sont récupérés plus rapidement que des mots à densité faible aussi bien chez les aphasiques que chez les sujets sains.

La circulation en cascade de l'information de l'étape de traitement antérieure à l'étape subséquente permet que la densité phonologique influence la matière sonore (Baese-Berk & Goldrick, 2009; Goldrick, Baker, et al., 2011; Goldrick & Blumstein, 2006; cf. Goldrick, 2006 pour une revue). Une densité phonologique élevée signifie que l'item cible doit recevoir un surplus d'activation pour être en mesure d'inhiber ses nombreux compétiteurs. Cela se manifesterait sur le plan phonétique - selon les postulats du modèle - par une réalisation articulatoire plus marquée (i.e. hyperarticulation) pour que les contrastes soient perceptibles par l'interlocuteur.

Ceci est corroboré par des résultats empiriques aussi bien pour consonnes que pour voyelles. En ce qui concerne les voyelles (Munson & Solomon, 2004; Wright, 2004), les mots à densité forte s'articulent avec un espace vocalique plus large - c.à.d. avec les contrastes plus marqués - que les mots à densité faible. Pour les consonnes, Baese-Berk et Goldrick (2009) rapportent des valeurs de VOT significativement supérieures pour les occlusives sourdes initiales qui ont une contrepartie sonore (par exemple ang. *tart* vs *dart*) face à celles qui n'en ont pas (par exemple ang. *tar* vs **dar*).

Une étude très intéressante (Scarborough, 2004) rapporte que la densité phonologique influence également le degré de coarticulation. Cette auteure trouve que les mots peu fréquents à forte densité présentent un degré de coarticulation supérieur aux mots à densité faible. Le même résultat a été observé pour les logatomes, suggérant que les effets de fréquence émergent au cours de l'encodage plutôt que d'être associés à l'accès aux représentations.

Ainsi, dans la démarche connexionniste, c'est l'interaction entre les composantes de l'architecture fonctionnelle qui expliquerait la variabilité phonétique.

E. La variabilité phonétique comme résultat du déficit et des stratégies de compensation

Nespoulous, Baqué et collaborateurs (Baqué, Marczyk, Rosas, & Estrada, 2015; Baqué, 2013; Nespoulous, Baqué, Rosas, Marczyk, & Estrada, 2013) partent d'un cadre théorique

¹⁶ L'effet de la compétition phonologique a été également rapporté pour l'espagnol. Les résultats des études pour cette langue - caractérisée par une structure morphologique riche - sont pourtant contraignants : certains auteurs rapportent que la densité du voisinage phonologique diminue les décours temporels en dénomination (E. Bates et al., 2003; Vitevitch & Stamer, 2006) tandis que d'autres soutiennent qu'elle augmente ces décours (Baus, Costa, & Carreiras, 2008).

qui examine la parole aphasique comme le résultat de l'activité du système qui implique l'interaction entre trois éléments : ce qui est altéré (i.e. le déficit), ce qui est préservé et les stratégies de compensation que les patients mettent en place pour pallier leur déficit.

Leurs travaux s'inscrivent dans la lignée de recherche menée par Jean-Luc Nespoulous, représentant une approche holistique à l'égard du handicap, qui revendique la notion de handicap dans les études du langage comme reflétant une réalité complexe, graduelle et inséparable du contexte, en opposition au handicap dans le sens négatif, indissociable de la maladie, perçu comme une réalité monolithique et catégorielle, un mode de fonctionnement isolé (Nespoulous & Virbel, 2004a, 2004b, 2007; Nespoulous, 1996, 2004). Dans cette optique, le handicap n'est pas associé exclusivement à une maladie mais il peut simplement référer à des situations de difficulté:

(...) at one time or another, to a greater or lesser extent, temporarily or permanently, *all human beings – speaker and/or interlocutor – may find themselves in a situation of a linguistic (or other) handicap.*

(Nespoulous & Virbel, 2007, p. 108)

Selon cette approche, la parole est le résultat non seulement du déficit et de ce qui est préservé mais aussi de l'implémentation des stratégies adaptatives que le patient met en place pour surmonter la difficulté. Les modèles fonctionnels de la production verbale devraient inclure, selon ces auteurs, ces différents ingrédients dans les conceptualisations de la production verbale qu'ils proposent. Dans la Figure 12, on présente cette proposition de façon schématique. Il convient de préciser ce qu'on comprend par les notions de déficit et de handicap qui sont utilisés dans ce schéma.

Nous empruntons la définition de déficit linguistique, dans le cadre de cette étude sur l'aphasie, à Gallardo-Paúls (2009) et considérons que le déficit linguistique est une manifestation de l'activité linguistique altérée attribuée à une cause neurologique d'origine évolutive, dégénérative, ou consécutive à une lésion cérébrale qui se situe sur le plan descriptif et constitue un des *symptômes*, i.e. une manifestation de surface, des différents *syndromes*. Nous reviendrons sur la question du déficit dans la troisième partie de ce chapitre.

Nous reprenons la définition du handicap telle qu'elle est proposée par l'Organisation Mondiale de la Santé (ci-après OMS). L'OMS définit le « handicap » en tant que terme générique servant à désigner une diversité de situations de difficulté et met l'accent sur l'interaction entre l'affection et les facteurs personnels et environnementaux (OMS, 2001)¹⁷. Par contexte on comprend ici une variété de facteurs, y compris le contexte culturel, social, architectural, relatif à la mobilité, éducatif etc. et est inclusif des structures et des fonctions

¹⁷ La nouvelle définition du handicap est le résultat d'une réflexion qui a eu pour effet un changement de paradigme, ce qui se reflète déjà dans le titre des documents. L'OMS remplace la conception tripartite handicap-déficience-désavantage (OMS, 1988) pour des tournures positives comme « activité » et « participation » et met l'accent sur la nature graduelle des événements sur l'axe maladie-santé et les aspects positifs, en particulier l'adaptation (OMS, 2001).

corporelles, des activités et de la participation sociale ainsi que des facteurs de restriction de l'activité et de la participation de l'individu.

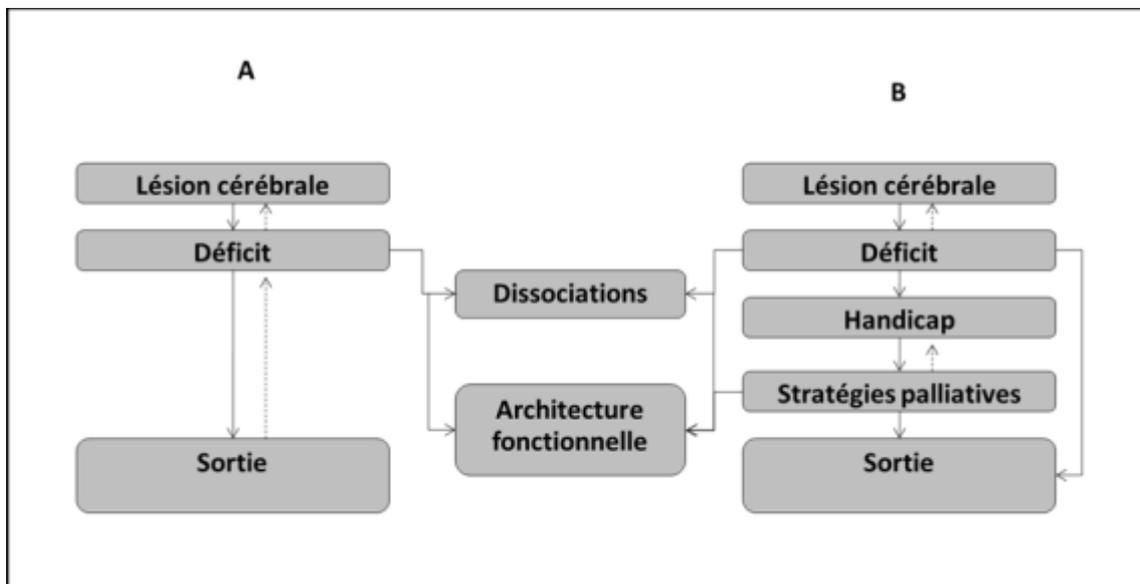


FIGURE 12 Schémas des architectures fonctionnelles classique (A) et incluant les stratégies palliatives (B), d'après Baqué, 2013

Baqué et collègues s'intéressent aux stratégies de compensation sur le plan phonique, terrain peu exploité en relation avec la parole aphasique.

Ces auteurs examinent le trait de voisement chez les patients aphasiques, en particulier, les erreurs d'assourdissement produites par des sujets aphasiques aussi bien fluents que non-fluents, hispano- et catalanophones. Ils trouvent que dans le cas de l'aphasie non-fluente, i.e. l'aphasie de Broca, les patients montrent une tendance à compenser la difficulté à implémenter le VOT, le paramètre principal pour la différenciation entre les occlusives sourdes et sonores en espagnol et en catalan, par la prolongation de la durée du voisement et des formants du son précédent (dans les contextes dans lesquels cela est possible), mesurée par les paramètres de VTT et FIT (*Voice Termination Time* et *Formant Termination Time*). L'allongement du voisement est également observé chez des sujets du groupe aphasique fluent et chez des sujets contrôle, mais là, l'emploi de ces paramètres n'est pas systématique ou délibéré, mais plutôt mécanique. Baqué et al. rapportent que cette stratégie pour compenser la difficulté liée à la coordination des articulateurs au niveau de la glotte et des articulateurs supra-glottiques s'avère efficace du point de vue communicatif dans un certain nombre de cas chez ces patients, et ainsi mérite ainsi d'être exploité pour la réhabilitation.

Les résultats des études sur la compensation articulatoire sont pourtant contradictoires.

Sussman et collègues (Sussman, Marquardt, Hutchinson, & MacNeilage, 1986), qui étudient la compensation articulatoire en aphasie sous l'influence d'une perturbation externe, rapportent que la capacité de compensation articulatoire chez les sujets aphasiques de Broca est perturbée. Cependant, de nombreuses critiques ont été adressées à cette étude, concernant les aspects méthodologiques et les analyses statistiques (cf. Katz & Baum, 1987).

Les résultats de Kim (1995) et Baum, Kim, & Katz (1997) vont dans le sens contraire : ces auteurs n'ont pas trouvé d'effet du groupe (sujets aphasiques fluents, non-fluents et groupe contrôle) sur la présence de la compensation articulatoire, suggérant que les patients présentant un déficit moteur central préservent leur capacité de compensation articulatoire et présentent un comportement verbal similaire à celui des aphasiques fluents et des sujets normaux. Kim (1995) rapporte en outre que, même chez les sujets contrôle, la compensation n'est pas immédiate ou complète, contrairement aux conclusions des études de Fowler & Turvey (1981) et de Lindblom, Lubker, & Gay (1979).

Les effets de fréquence

Depuis l'étude d'Oldfield et Wingfield (1965), un nombre non négligeable de chercheurs se sont penchés sur l'étude des effets de fréquence des unités de toute taille en production et en compréhension. Cet intérêt correspond par ailleurs à l'évolution de la démarche dynamique en linguistique (Bybee, 2000, 2001, 2005; Sosa & Bybee, 2008), qui attribue à la fréquence un rôle majeur dans la structuration des représentations mentales. Nous nous limiterons ici aux effets de fréquence en production verbale.

Il a été rapporté des effets de fréquence sur différents aspects de la performance linguistique, à commencer par les latences temporelles dans la tâche de dénomination (évaluant la vitesse de l'accès au lexique), jusqu'à l'encodage phonétique et la matière sonore. La fréquence influence également le taux d'erreur. Par rapport à l'axe stockage vs calcul sur lequel s'érige l'architecture modulaire à étape sérielle, les effets de fréquence sont épistémologiquement associés au stockage et au lexique mental. L'existence d'un effet de fréquence – pour les unités de différente taille (mots, mots composés, syllabes, syntagmes, etc.) – est indicative du fait que cette unité soit stockée dans un lexique mental, Baayen (2007, p. 3) :

Such a frequency effect is widely regarded as a proof of existence of a separate independent representation [for a complex word].

L'interprétation des effets de fréquence et leur intégration dans les architectures fonctionnelles présente un certain nombre de difficultés. Les controverses s'articulent entre autres autour de la question de l'attribution des effets de fréquence à une étape concrète de l'encodage de la parole, de la portée de l'influence de ces effets et de sa relation avec d'autres variables associées à la structure du lexique.

Concernant l'accès au lexique, les expériences montrent que la fréquence affecte les décours temporels dans la tâche de dénomination indiquant que les unités plus fréquentes sont récupérées du lexique mental plus rapidement par rapport aux moins fréquentes (Ferrand, Segui, & Grainger, 1995; Huttenlocher & Kubicek, 1983; Jescheniak & Levelt, 1994).

La localisation du siège des effets de fréquence est partie intégrante des recherches menées à terme dans le cadre modulaire sériel. Les expériences conduites selon cette démarche montrent que les effets de fréquence sont distribués à différentes étapes de l'encodage bien que leur attribution précise à une étape concrète fait encore l'objet de débats. Les études sur le homophones¹⁸ opposent deux points de vue : certains auteurs (Jescheniak, Levelt, & Meyer, 2003; Jescheniak & Levelt, 1994; Levelt, 1999) considèrent que les effets de fréquence lexicale se situent au niveau du lexème¹⁹, contrairement à ce que soutiennent d'autres auteurs (Bonin

¹⁸ Mots qui ont la même forme phonique mais avec une signification différente.

¹⁹ Et non pas à l'étape de l'accès aux lemmes. La distinction entre le niveau de lemmes – où les propriétés sémantico-syntaxiques sont spécifiées – et le niveau de lexèmes – qui correspondent aux caractéristiques morpho-phonologiques – est central dans la conception de Levelt (Levelt, 1989; Roelofs, Meyer, & Levelt,

& Fayol, 2002; Cuetos, Bonin, Alameda, & Caramazza, 2010) qui associent les effets de fréquence au lemma (c.à.d. l'unité où la signification et la classe grammaticale est spécifiée). Par ailleurs, de nombreuses études concluent à l'existence d'effets de fréquence syllabique et postulent ainsi l'existence d'un syllabaire mental, qui est localisé à l'interface entre l'encodage phonologique et l'articulation (Aichert & Ziegler, 2004b; Cholin et al., 2006; Cholin & Levelt, 2009; Duñabeitia, Cholin, Corral, Perea, & Carreiras, 2010; Huttenlocher & Kubicek, 1983; Varley & Whiteside, 1998; Wheeldon, 1994).

L'attribution des effets de fréquence à une étape d'encodage précise est moins intéressante pour les partisans du modèle connexionniste, qui se concentrent plutôt sur l'étude de l'effet de la fréquence du voisinage et de l'interprétation de ces effets par rapport à la notion de compétition (Grainger, 1990; Segui & Grainger, 1990). Dans la tâche de dénomination, par exemple, il a été observé (Grainger, 1990) que les compétiteurs fréquents d'un mot cible non fréquent augmentaient les latences de dénomination. Le voisinage d'items fréquents facilite par ailleurs l'accès au lexique chez des sujets avec la maladie d'Alzheimer (Gayraud & BAarkat-Defradas, 2012).

Une des difficultés de systématiser la recherche sur les effets de fréquence tient par ailleurs au fait que la fréquence lexicale est corrélée avec d'autres variables psycholinguistiques associées à la structure du lexique qui sont, elles aussi, candidates à influencer l'accès au lexique, par exemple la valeur d'imagerie (angl. *picturability*), le degré de concrétude (angl. *concreteness*), l'âge d'acquisition, la valence émotionnelle, l'opérativité²⁰ (angl. *operability*), la fréquence subjective ou la familiarité (Bonin et al., 2003; Bonin, Fayol, & Chalard, 2001; Meschyan & Hernández, 2002).

La fréquence lexicale influence également la matière sonore. Les mots fréquents se caractérisent globalement par des durées plus courtes et sont plus vulnérables aux processus de réduction phonétique, tels la lénition, l'omission, etc. (Bybee, 2000; Fosler-Lussier & Nelson, 2000; Pluymaekers, Ernestus, & Baayen, 2005; cf. aussi Zipf, 1935). Cela est motivé par le fait que les expressions les plus fréquentes sont si bien connues de l'interlocuteur qu'il parvient à les comprendre dans qu'il y ait besoin de marquer les différences sur le plan phonique de manière trop saillante. Il a été rapporté par ailleurs, dans la ligne de rechercher sur la fréquence de l'entourage de la cible, que le contexte (et la fréquence des items du contexte) affecte également le détail phonétique. Par exemple, Bybee et Scheibman (1999) montrent que la réduction du contraste phonologique dans les instances de la construction fréquente de l'anglais *don't* est influencée par la fréquence des mots dans son voisinage.

1998). Pour un point de vue opposé, il convient de consulter les travaux de Caramazza et Miozzo (Caramazza & Miozzo, 1998; Caramazza, 1997).

²⁰ La variable qui fait référence à la propriété d'un objet d'être saisi ou utilisé dans une situation de la vie quotidienne.

En ce qui concerne l'aphasie, la majorité des études s'intéressent aux effets de fréquence sur la dénomination et sur le taux de paraphasies sémantiques, tandis que les recherches ciblant ces effets sur le taux de paraphasies phonémiques sont moins nombreuses. En ce qui concerne ce type d'erreurs aphasiques, il a été observé un effet significatif de la fréquence lexicale : les mots peu fréquents s'avèrent plus susceptibles d'éliciter une erreur dont la forme ressemble à la cible que les mots plus fréquents (Dell et al., 1997a; Gordon, 2002). En ce qui concerne l'effet de la fréquence syllabique, Laganaro (2008) rapporte des effets significatifs chez certains patients présentant un déficit phonologique. Cette auteure montre également que les effets de la fréquence syllabique sont dissociés de ceux de la fréquence phonémique. D'autre part, Aichert et Ziegler (2004b) trouvent un effet de fréquence syllabique chez des sujets apraxiques, qui produisent davantage d'erreurs en syllabes non-fréquentes.

Synthèse

Dans cette partie nous avons décrit les architectures fonctionnelles de la production verbale en nous intéressant particulièrement à la composante phonético-phonologique. Nous avons explicité les hypothèses fondamentales qui sous-tendent les architectures fonctionnelles et nous avons montré comment elles sont ancrées dans la théorie linguistique. Nous avons ensuite décrit les éléments constitutifs des architectures et exposé les différences principales entre ces modèles concernant la conceptualisation de la transmission de l'information et la spécification du contenu des représentations mentales à différentes étapes du traitement. Nous avons fini la partie se rapportant à la macrostructure des architectures fonctionnelles par une présentation des hypothèses sur les mécanismes pathogènes responsables des erreurs aphasiques.

Dans la deuxième partie, nous avons passé en revue les mécanismes de spécification intégrés dans les modèles en partant de la question fondamentale pour notre recherche concernant la source de la variabilité phonétique proposée au sein des différents cadres théoriques. Nous avons vu que, dans le cas des modèles sériels, les propriétés acoustiques du signal reflètent les opérations du niveau phonétique d'encodage sur la représentation sous-spécifiée qui lui est transmise de l'étape directement antérieure tandis que dans le cas des modèles connexionnistes, il est possible de dégager de la matière sonore des traces acoustiques des unités coactivées - et non-sélectionnées - pendant l'encodage aux étapes antérieures. Nous avons présenté également une approche alternative aux modèles hiérarchiques élaborés au sein de la Phonologie Articulatoire qui explique la variabilité phonétique dans un cadre dynamique par un chevauchement des gestes articulatoires. Finalement, nous avons présenté l'approche selon laquelle la variabilité phonétique résulte non seulement du déficit et de ce qui est préservé dans le système mais également des stratégies palliatives mises en place par le sujet pour faire face à sa difficulté.

STRUCTURE PHONETICO-PHONOLOGIQUE EN ESPAGNOL ET HYPOTHESES SUR LA SPECIFICATION DES REPRESENTATIONS

Introduction

La présente étude porte sur les transformations consonantiques observées dans la parole des sujets hispanophones (en espagnol péninsulaire, ci-après espagnol). Dans la partie qui suit, nous allons passer en revue les postulats concernant le contenu des représentations mentales au niveau phonologique et phonétique pour les consonnes espagnoles qui font l'objet de notre étude, ainsi que les règles qui opèrent sur ces représentations, en accord avec le cadre épistémologique dans lequel s'inscrivent nos hypothèses. En d'autres termes, nous nous occuperons de la description de la compétence phonologique et des facteurs de variation qui affectent la réalisation de cette compétence chez les sujets hispanophones.

Observations préliminaires : phonèmes consonantiques et allophones de l'espagnol

L'espagnol possède un système consonantique composé de 19 phonèmes consonantiques. Dans le Tableau 1, les phonèmes consonantiques sont présentés entre les barres. La réalisation articulaire de ces phonèmes est influencée par le contexte. Entre les crochets, nous incluons des allophones principaux de cette langue.

MODE D'ARTICULATION	POINT D'ARTICULATION					
	Bilabiale	Labio-dentale	Dentale	Alvéolaire	Palatale	Vélaire
Occlusive	/p/ /b/		/t/ /d/		[j]	/k/ /g/
Nasale	/m/	[m]	[n̥]	/n/	[nʲ]	[nʷ]
			[n̄]		/ɲ/	
Vibrante multiple				/r/		
Vibrante simple				/r/		
Fricative		/f/ [f]	/θ/ [θ̞]	/s/ [s̺]	/j/	/x/
			[s̺]			
Approximante	[β]		[ð]	[ɹ]	[j]	[y]
Approximante latérale			[l̥]	/l/	[lʲ]	
			[l̄]		/ʎ/	
Affriquée					/tʃ/ [dʒ]	

TABLEAU 1 *Système consonantique de l'espagnol, les phonèmes consonantiques entre les barres et les principaux allophones principaux entre les crochets.*

Etant donné que nous nous intéressons à l'opposition de voisement et de mode d'articulation en espagnol, la révision bibliographique relative à l'implémentation de ces contrastes se centrera, d'un côté, sur les consonnes qui s'opposent par le mode d'articulation :

- Occlusives orales : /p, t, k, b, d, g/
- Fricatives : /f, s, θ, x/
- Affriquée : /tʃ/

Et de l'autre, sur les consonnes qui s'opposent par le voisement. En espagnol, le voisement est phonologiquement pertinent uniquement pour les occlusives :

- Occlusives sourdes : /p, t, k/
- Occlusives sonores : /b, d, g/

Le Tableau 2 présente la distribution allophonique des phonèmes occlusifs et fricatifs de l'espagnol et permet d'entrevoir les principales caractéristiques de la structuration phonético-phonologique de cette langue.

Symbole AFI	Description articulatoire	Contexte d'apparition	Exemples
[d]	dentale, occlusive, sonore	initiale de syllabe post-pausale, suivie d'une consonne nasale, précédée de /l/	<i>dar, andar, aldea</i>
[ð]	dentale, approximante, assourdie	position finale de syllabe	<i>ciudad</i>
[ð]	dentale, approximante, sonore	position initiale de syllabe précédée d'une voyelle ou consonne autre que /d/ ou /l/, position finale de syllabe	<i>bada, Adriano</i>
[g]	vélaire, occlusive, sonore	position initiale de syllabe post-pausale, précédé d'un consonne nasale	<i>gato, bangar</i>
[ɣ]	vélaire, approximante, assourdie	position finale de syllabe	<i>zigzag</i>
[ɣ]	vélaire, approximante, sonore	position initiale de syllabe précédée d'une voyelle ou consonne autre que /d/ ou /l/, position finale de syllabe	<i>hago, pague</i>
[f]	labiovélaire, fricative, sourde	tous les contextes	<i>fallo</i>
[θ]	interdentale, fricative, sonore	position finale de syllabe suivie d'une consonne sonore	<i>zapato, vez, cero</i>
[θ]	interdentale, fricative, sourde	position initiale de syllabe ou finale de syllabe suivie d'une consonne sourdes ou pause	<i>juzgar</i>
[s]	alvéolaire, fricative, sourde	initiale de syllabe ou finale de syllabe si suivie d'une consonne sourdes à l'exception de /θ/ , /t/ ou d'une pause	<i>sal, tos</i>
[ʃ]	alvéolaire, fricative, sonore	position finale de syllabe suivie d'une consonne sonore sauf /d/ ou une palatale sonore	<i>asma</i>
[s̺]	dentale, fricative, sourde	position final de sillabe suivie de /θ/ ou /t/	<i>hasta</i>
[z̺]	dentale, fricative, sourde	position finale de syllabe, suivie de /d/	<i>desde</i>
[x]	vélaire, fricative, sourde	tous les contextes	<i>fingir, jamón</i>
[tʃ]	palatale, affriquée, sourde	position initiale de syllabe	<i>chico</i>

TABLEAU 2 Distribution des allophones en fonction du contexte en espagnol (d'après Garrido, Machuca, & de la Mota, 1998)

Ainsi, en premier lieu, elle met en lumière la distribution complémentaire des phonèmes occlusifs sonores /b, d, g/, qui sont réalisés comme des occlusives sonores en contextes initial post-pausal ou s'ils sont suivis d'une consonne nasale ou latérale²¹, et comme des approximantes sonores [β, ð, ɣ] dans le reste de contextes. On observe également l'assourdissement des approximantes sonores en contexte de coda syllabique à la fin du mot ou intra-mot en contact avec une consonne sourde (ex : *zigzag*, *ciudad*²², *absoluto*). Les exemples montrent finalement que le phonème fricatif sourd /s/ devient sonore sous l'influence de la consonne sonore adjacente. Ces observations sur la variation allophonique en espagnol permet de mettre en lumière le fait que les correspondances entre les phonèmes, c.à.d. les représentations mentales, et les allophones, c.à.d. les réalisations contextuelles de ces représentations, sont loin d'être univoques. Selon le paradigme transformationnel, la variation contextuelle dont nous venons de donner quelques exemples est le résultat de l'application de règles phonologiques opérant à l'interface entre les niveaux phonologique et phonétique. Ces règles opèrent sur des représentations. Nous allons donc, dans un premier temps, synthétiser les hypothèses concernant le contenu de ces images mentales, et nous présenterons par la suite les principales règles phonologiques qui les affectent.

Hypothèses sur le contenu des représentations phonologiques

Nous avons vu dans le chapitre précédent que la production d'un mot se déroule en trois étapes : la récupération de la forme phonémique du mot, la spécification du détail phonétique à partir de l'information codée dans les représentations phonologiques et l'articulation. Pour articuler la structure phonétique de la langue, la démarche transformationnelle postule l'incorporation du détail phonétique dans les représentations sous-jacentes sous forme de traits distinctifs (Archangeli, 1988; Chomsky & Halle, 1968; Clements, 1985; Cole & Hualde, 2011; Prieto, 2014). Dans l'idée de Jakobson (Jakobson et al., 1952), qui a été le premier à formaliser le concept de trait distinctif, celui-ci était conçu comme une opposition binaire, qui pouvait adopter une valence positive ou négative (\pm), organisant divers phénomènes d'ordre acoustique, articulaire et perceptif. La SPE reprend la notion de trait distinctif avec certaines modifications, en proposant des traits binaires, non-ordonnés et basés sur une description articulaire au niveau phonologique, et en postulant une réalisation scalaire, non-binaire, au niveau de la représentation phonétique. Les traits au niveau phonologique sont binaires dans la mesure où ils présentent une valence soit négative soit positive, les deux étant sujettes à l'activité des règles phonologiques. Par exemple, le trait [\pm nasal] est binaire au niveau de la représentation phonologique bien que les réalisations phonétiques de ce trait dans une langue peuvent être regroupées dans plus de deux catégories.

²¹ Seulement pour /d/.

²² En ce qui concerne la réalisation du mot « ciudad » (fr. ville), à part de l'assourdissement, nous pouvons trouver d'autres réalisations en fonction de la variété géographique de l'espagnol, par exemple l'omission ou la fricativisation.

Ci-après nous allons présenter les caractéristiques des représentations phonologiques en termes de traits distinctifs pour les consonnes de l'espagnol qui font l'objet de notre étude.

Le mode d'articulation qui distingue les consonnes fricatives, occlusives (sourdes et sonores) et affriquée est décrit en fonction des traits distinctifs binaires suivants : [\pm continu, \pm strident, \pm sonore, \pm nasal] (Prieto, 2014). Le trait [\pm continu] renvoie au passage de l'air à travers la cavité buccale, il oppose les segments où l'air passe sans interruption par la cavité buccale [+continu] et ceux où un obstacle total (par exemple au niveau des lèvres, des dents, etc.) empêchent le passage de l'air à travers la cavité en créant une occlusion [-continu]. Le trait [\pm strident] décrit le degré de turbulence sur le spectre de la consonne et oppose les occlusives et certaines fricatives au reste des consonnes fricatives et affriquées. Le segment [+strident] se caractérise par une quantité de bruit supérieure au segment [-strident]. Le trait [\pm sonore] renvoie à la vibration des cordes vocales pendant la durée du segment : le son [-sonore] se caractérisant par l'absence de vibrations et [+sonore] par la présence des vibrations pendant l'occlusion de la consonne. Finalement, le trait [\pm nasal] permet de distinguer les consonnes en fonction de si l'air passe uniquement par la cavité buccale [-nasal] ou également par la cavité nasale [+nasal]. Harris (1975) ajoute à ce inventaire le trait [\pm relâchement retardé], décrivant le délai du relâchement après l'occlusion. Ce trait permet d'opposer les occlusives, où le délai de relâchement est plus court, aux affriquées, où il est plus long.

Ces traits permettent de classer les consonnes fricatives, occlusives et affriquée de l'espagnol comme illustrées dans le Tableau 3 (d'après Harris, 1975; Prieto, 2014).

Trait phonologique	/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/g/	/f/	/s/	/θ/	/x/	/tʃ/
[\pm continu]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[+]	[+]	[+]	[+]	[+]
[\pm sonore]	[-]	[-]	[-]				[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
[\pm relâchement retardé]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]					[+]
[\pm strident]							[+]	[+]		[+]	
[\pm nasale]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]

TABLEAU 3 Description des oppositions phonologiques de mode d'articulation pour les consonnes cible de l'étude

Concernant le point d'articulation, les phonèmes consonantiques de l'espagnol peuvent être différenciés moyennant les traits suivants : [\pm antérieur] – qui décrit les consonnes dont la zone d'articulation se trouve dans la partie avant la zone post-alvéolaire, [\pm coronal] – qui implique la position neutre de la pointe de la langue (dorsales, apicales), [\pm rétracté] – qui décrit les consonnes produites dans la partie postérieure de la cavité buccale et [\pm distribué] qui renvoie à la durée de l'occlusion ou constriction formée par la partie coronale de la langue, correspondant à la zone de contact entre les articulateurs passifs et actifs : si la zone de contact est large et par conséquent la durée de constriction est longue, le phonème est

considéré [+ distribué] (par exemple, /s/) tandis qu'un phonème est [-distribué] dans le cas contraire (par exemple, /θ/. Nous présentons cette classification dans le Tableau 4 (Harris, 1975; Prieto, 2014).

Trait phonologique	/p/	/t/	/k/	/b/	/d/	/g/	/f/	/s/	/θ/	/x/	/tʃ/
[±coronale]	[-]	[+]	[-]	[-]	[+]	[-]	[-]	[+]	[+]	[-]	[+]
[±antérieure]	[+]	[+]	[-]	[+]	[+]	[-]	[+]	[+]	[+]	[-]	[-]
[±rétracté]	[-]	[-]	[+]	[-]	[-]	[+]	[-]	[-]	[-]	[+]	[-]
[±distribué]	[+]	[-]	[+]	[+]	[-]	[+]	[-]	[+]	[-]	[+]	[+]

TABLERAU 4 Description en termes de traits phonologiques du point d'articulation pour les consonnes cible

Comme nous l'avons mentionné dans la partie I de ce chapitre, des révisions postérieures des postulats de la SPE ont conduit à proposer des modifications dans la conceptualisation de la représentation phonologique, en particulier en ce qui concerne la binarité et le caractère linéaire de traits phonologiques. Il a été proposé, entre autres, d'éliminer la spécification phonologique de la représentation des valeurs non-marquées [-] qui, étant prévisible, peut être dérivée par l'intermédiaire de règles de redondance (Archangeli, 1988; cf. Prieto, 2014 pour l'espagnol).

Si on prend comme exemple le voisement en espagnol, la version atténuée de la théorie de la sous-spécification (cf. chapitre 1) prédit que la représentation sous-jacente des consonnes occlusives sera spécifiée pour ce trait de la manière suivante : les occlusives sourdes /p, t, k/ seront spécifiées comme [-sonore] et les occlusives sonores /b, d, g/ comme [+sonore]. La version radicale de la même théorie prédit que la valeur [+sonore] sera spécifiée dans la représentation des occlusives sonores tandis que la valeur [-sonore] ne sera pas marquée pour les consonnes occlusives sourdes, ce trait leur étant attribué par défaut. En ce qui concerne les consonnes fricatives et affriquée, elles seront spécifiées comme [-sonore] dans la version atténuée de la théorie de sous-spécification, et manqueront de spécification concernant le voisement dans sa version radicale, car elle sera appliquée par l'intermédiaire d'une règle phonologique de redondance qui génère sa réalisation allophonique.

Une autre proposition qui va à l'encontre de la conceptualisation binaire de la représentation phonologique consiste à introduire des traits multiples (par exemple, pour la représentation du point d'articulation consonantique), et à postuler une organisation hiérarchique de traits (Clements, 1985 cf. le chapitre 1). La théorie de la géométrie des traits proposée par Clements se base sur l'observation que certains groupes de traits fonctionnent souvent ensemble dans les processus phonologiques. Rappelons qu'elle consiste à poser que les éléments constitutifs d'une représentation phonologique sont composés de divers plans ordonnés hiérarchiquement. Dans une représentation hiérarchique, les traits sont rattachés à un nœud principal appelé *racine* dont dépendent à leur tour les nœuds laryngé (L) et supra-laryngé (SL). Sous le nœud supra-laryngé se regroupent les nœuds qui en dépendent: les nœuds de nasalité,

de mode d'articulation et de point d'articulation. Finalement, des nœuds intermédiaires dépendent les traits spécifiant la variabilité à l'intérieur de chacune de ces catégories intermédiaires. La structure géométrique des traits est illustrée dans la Figure 13.

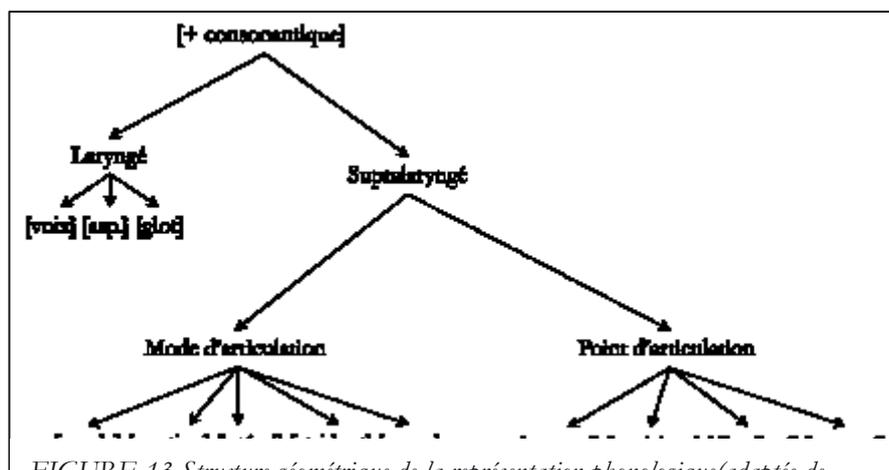


FIGURE 13 Structure géométrique de la représentation phonologique (adaptée de Clements, 1985)

En

espagnol, la conceptualisation hiérarchique a été appliquée par exemple pour l'explication du phénomène de l'aspiration des fricatives sourdes /s/ et /θ/ en coda syllabique dans le dialecte andalou de l'espagnol :

$$\begin{aligned} \langle \text{mes} \rangle &\rightarrow /mes/ \rightarrow [me^h]^{23} \\ \langle \text{vez} \rangle &\rightarrow /be\theta/ \rightarrow [be^h] \end{aligned}$$

Comme le rapporte Prieto (2014) après Clements (1985), le passage de /s/ à [h] dans cette variété de l'espagnol résulte d'une dissociation des éléments qui dépendent du nœud point d'articulation, les nœuds laryngé et de mode d'articulation spécifiés dans la représentation étant maintenus.

Un autre exemple qui appuie la représentation géométrique des traits est la compensation vocalique, observé dans certains dialectes de l'espagnol non-péninsulaire (Hammond, 1986) et péninsulaire (par exemple, l'andalou). Ce phénomène consiste à ce que les traits distinctifs d'un segment contigu occupent l'espace qui est resté vide suite à l'élision d'un segment adjacent. En espagnol de Cuba il a été observé que la voyelle précédant le /s/ qui a disparu comme conséquence d'un processus de lénition est plus longue que la même voyelle dans un autre contexte.

²³ Les exemples et la transcription viennent de Núñez Cedeño et al. (2011).

Récapitulons : dans cette partie nous avons présenté les hypothèses qui se rapportent au contenu des représentations phonologiques en termes de traits phonologiques. Ci-après nous allons nous intéresser à comment s'opère la transformation de ces traits en réalisations phonétiques.

Règles phonologiques

Comme nous l'avons exposé dans la partie I du présent chapitre, la démarche générative distingue entre les représentations phonologiques sous-jacentes non-spécifiées (i.e. le stockage) et les mécanismes computationnels qui interviennent sur ces représentations dans l'objectif d'élaborer des plans articulatoires. Elle postule que la variabilité allophonique est le résultat de cette computation, c.à.d. de l'opération de règles phonologiques. Les règles sont des formalismes opérant sur des regroupements de traits distinctifs présentant des caractéristiques communes, et elles sont directement responsables de la transmutation des représentations phonologiques en représentations phonétiques intermédiaires et en sons de la parole. Nous avons présenté ci-avant les hypothèses concernant le contenu des représentations phonologiques en espagnol en termes de traits distinctifs. Ci-après nous allons nous concentrer sur les règles phonologiques les plus productives en espagnol.

Pour illustrer le fonctionnement d'une règle phonologique à partir du contenu d'une représentation phonologique, prenons le phénomène de l'assimilation du point d'articulation en espagnol. Le Tableau 5 contient différentes réalisations phonétiques du trait [+nasal] qui mettent en évidence une assimilation du point d'articulation de la consonne nasale /n/ à celui de la consonne suivante.

Réalisation phonétique du trait [+nasal]	Exemples	Fr.
Non assimilée	<i>u[n] árbol</i>	<i>Un arbre</i>
Bilabiale	<i>u[m] burro</i>	<i>Un âne</i>
Labiodentale	<i>u[m̪] fuego</i>	<i>Un feu</i>
Interdentale	<i>u[n̪] zumo</i>	<i>Un jus</i>
Dentale	<i>u[n̪] diente</i>	<i>Une dent</i>
Alvéolaire	<i>u[n̪] lomo</i>	<i>Un dos</i>
Alvéolo-palatale	<i>u[ɲ] chico</i>	<i>Un garçon</i>
Palatale	<i>u[j̃] yeso</i>	<i>Un plâtre</i>
Vélaire	<i>u[ŋ] cuento</i>	<i>Un conte</i>

TABLEAU 5 Exemples de réalisations du trait phonologique [+nasal] en espagnol (d'après Prieto, 2014, p. 3)

La théorie de sous-spécification postule que la représentation sous-jacente du phonème consonantique /n/ n'est pas spécifiée pour l'information concernant le point d'articulation, cette information serait alors générée par une règle, illustrée dans le Tableau 6, qui spécifierait que le phonème nasal /n/ adopte le point d'articulation du phonème consonantique si celui-ci se trouve dans le contexte phonique immédiatement postérieur.

[+nasal]		Si [-résonant]
	➔ [coronal]	➔ [coronal]
	➔ [antérieur]	➔ [antérieur]
	➔ [rétracté]	➔ [rétracté]
	➔ [distribué]	➔ [distribué]

TABLEAU 6 Règle d'assimilation du point d'articulation dans la réalisation des phonèmes nasals en espagnol, (d'après Prieto, 2014, p. 14)

Parmi les processus phonologiques les plus productifs en espagnol se trouve celui de la lénition (Hualde, 2011), qui a été observé aussi bien en synchronie qu'en diachronie. La lénition est un processus de réduction phonétique qui consiste en un relâchement articulaire de la consonne qui en fait l'objet. On distingue généralement deux types de lénition : la sonorisation et l'augmentation du degré de l'aperture d'une consonne conduisant, entre autres, à la fricativisation des occlusives, à la réalisation approximante ou à l'affrication des occlusives, à la vocalisation et jusqu'à l'omission des consonnes (Brandão de Carvalho, Scheer, & Ségéral, 2008). Par conséquent, la lénition implique un changement qui affecte le mode d'articulation et le voisement, mais aussi le point d'articulation. L'exemple du passage de /s/ à [h] que nous avons évoqué précédemment illustre un processus de lénition impliquant un changement de point d'articulation. L'exemple de lénition le plus cité dans la bibliographie relative à l'espagnol est celui de la spirantisation des occlusives sonores /b,d,g/ en contexte intervocalique. Par ailleurs, les analyses spectrographiques ont permis de mettre en évidence la sonorisation d'occlusives sourdes résultant d'un processus de lénition plus fréquent dans cette langue qu'on ne le croyait initialement (Aguilar, Blecua, Machuca, & Marín, 1993; Hualde, 2011; Machuca, 1997; Torreblanca, 1976).

La lénition est sensible aux effets d'un certain nombre de variables. En premier lieu, ce processus est sensiblement affecté par le contexte phonique. En espagnol, la lénition opère dans les contextes considérés faibles : en position postvocalique et en position de coda syllabique, les contextes initial post-pausal et d'attaque syllabique étant plus stables et attirant moins de variabilité dans la réalisation phonétique (Aguilar et al., 1993; Carrasco & Hualde, 2009; Cole, Hualde, & Iskarous, 1999; Machuca, 1997 entre autres).

Soler et Romero (1999) testent l'hypothèse selon laquelle le phénomène de lénition est influencé également par la vitesse d'articulation. Ces auteurs rapportent que le processus de réduction phonétique est significativement plus marqué en articulation rapide qu'en débit lent. Ce résultat est interprété par les auteurs comme un argument en faveur de l'hypothèse selon laquelle ces processus auraient une nature phonétique, puisqu'ils sont corrélés avec des paramètres temporels de bas niveau, et non pas phonologiques, c.à.d. catégoriels.

Parmi les facteurs qui favorisent le processus de réduction phonétique se trouvent également les variables extralinguistiques telles que la situation communicative et le style d'articulation (Aguilar et al., 1993; Machuca, 1997; et aussi Soler & Romero, 1999). Il a été observé (Aguilar et al., 1993) que la situation d'hypoarticulation par rapport à celle d'hyperarticulation (dans cette étude, le dialogue ou des échanges courts opposés au monologue ou au discours continu sont contrastés) augmente la variabilité dans la réalisation phonétique des consonnes occlusives sourdes ainsi que la probabilité d'observer des effets d'affaiblissement dans l'articulation consonantique. Nous allons ci-après rapporter les principaux résultats de l'étude d'Aguilar et collègues qui ont examiné la variabilité phonétique dans la réalisation aussi bien des occlusives (sourdes et sonores) que des fricatives et des affriquées.

En ce qui concerne les occlusives sourdes, ces auteurs observent que parmi les 5 différentes réalisations identifiées suite aux analyses acoustiques des enregistrements provenant de 4 locuteurs sans pathologie - sourdes canoniques, réalisations occlusives sonorisées, réalisations sans explosion, réalisations approximantes et élisions -, les occlusives sourdes montrent des pourcentages plus élevés de réalisations sonorisées que de réalisations canoniques, atteignant chez un des locuteurs jusqu'à 54% de sonorisations d'occlusives sourdes. En revanche, le monologue semble favoriser les réalisations canoniques (avec un pourcentage autour de 90% de réalisations sourdes avec période de silence et explosion pour tous les locuteurs).

En ce qui concerne les occlusives sonores, Aguilar et collègues (1993) trouvent des pourcentages importants de réalisations approximantes dans les contextes post-nasals, qui en principe favorisent l'articulation occlusive. Ils rapportent également des omissions de consonnes occlusives sonores dans ce contexte. Finalement, en ce qui concerne les approximantes postvocaliques, elles sont fréquemment omises, avec les pourcentages d'omission supérieurs en situation de dialogue que dans celle de monologue.

En ce qui concerne les consonnes fricatives /f, s, θ, x/, Aguilar et collègues observent un certain nombre de réalisations sonorisées pour toutes les consonnes fricatives à l'exception de /x/, et pas uniquement pour /s/ comme cela est souvent évoqué dans la littérature. Le résultat du processus de lénition – qui, dans le cas des fricatives, correspond à la réduction de l'intensité de l'énergie sur le spectre de la consonne - est observé en contexte intervocalique, comme c'est le cas pour les occlusives. Ces auteurs rapportent par ailleurs l'existence de l'alternance lénition proprement dite/sonorisation pour les fricatives, qui oppose les

consonnes articulées dans la zone antérieure de la cavité buccale /f/ et /θ/ - plus sujettes à la lénition – à l'alvéolaire /s/, qui montre une tendance à la sonorisation plutôt qu'à l'aspiration.

Finalement, en ce qui concerne l'affriquée /tʃ/, 4 réalisations de ce phonème ont été observées et rapportées dans l'étude : affriquée (canonique), sans explosion, voisée et desaffriquée. La sonorisation a été rapportée dans 38.8% de cas (chez un locuteur seulement) en situation d'hypoarticulation et chez aucun locuteur en situation de monologue.

La conclusion globale qui ressort de l'étude d'Aguilar et al. (1993) est que la lénition (aussi bien la réduction du bruit fricatif que la sonorisation) est plus marquée dans le contexte du discours hypoarticulé que dans le discours hyperarticulé. On observe également une gradation des processus de réduction en fonction des caractéristiques du phonème : les fricatives perdent de l'énergie comme conséquence de la lénition ou se sonorisent tandis que les occlusives subissent le processus suivant : occlusive sourde->occlusives sonore->approximante->élision.

Par ailleurs, il a été rapporté que l'intensité des processus phonologiques de réduction dépend de l'accent (Cole et al., 1999; Hualde, 2011; Ortega-Llebaria, 2004). La lénition a moins de chances d'affecter les consonnes qui se trouvent en position proéminente, comme c'est le cas des syllabes accentuées.

La lénition a été rapportée pour la première fois en relation avec les études instrumentales (acoustiques) des variétés régionales de l'espagnol avec l'étude de Torreblanca sur l'espagnol de Toledo, au centre-ouest de l'Espagne, dans la province de Castille-La Manche (Torreblanca, 1976). Suite à cette étude, l'effet de la variation géographique sur l'implémentation phonétique des représentations phonologiques et la puissance des phénomènes de réduction phonétique a été rapporté par d'autres chercheurs (Gil Fernández, 2007; Machuca, 1997; Martínez Celdrán, 2008). Parmi les phénomènes phonologiques les plus fréquents que l'on observe en espagnol péninsulaire, il faudrait citer en premier lieu le *seseo*, i.e. la substitution de la fricative interdentale par l'alvéolaire /s/ qui s'observe en Andalousie et dans les Îles Canaries ou encore le phénomène inverse dans certaines parties de l'Andalousie (*ceceo*), l'aspiration et l'épenthèse de /f/, /x/ et en particulier de /s/ dans le sud de l'Espagne et dans la région de Castille-La Manche, la fricativisation de l'affriquée /tʃ/ (Andalousie), la sonorisation des occlusives sourdes /p, t, k/ et l'omission ou la lénition de /d/ en position de coda syllabique et - à un moindre degré - des occlusives sonores intervocaliques /b, d, g/. Quelques exemples de ces phénomènes sont donnés dans le Tableau 7.

Phénomène	Exemple
seseo	taza (cf. tasse) prononcé comme [ˈtasa] au lieu de [ˈtaθa]
ceceo	serio (fr. sérieux) prononcé comme [ˈθerjo] au lieu de [ˈserjo]
aspiration	los pies (fr. les pieds) prononcé comme [loˈp̺jeˈx] au lieu de [losˈpies]
épenhèse	Madrid prononcé comme [maˈðri] au lieu de [maˈðrið]
fricativisation de /tʃ/	muchacho (fr. garçon) prononcé comme [muˈʃaʃo] au lieu de [muˈtʃatʃo]

TABLEAU 7 Exemples de phénomènes dialectaux en espagnol

Une règle phonologique qui va dans le sens opposé de celui de la lénition est la fortition, c.à.d. le processus de renforcement articulaire (esp. *refuerzo articulatorio*, i.e. fortition). L'occlusivisation des fricatives ou l'assourdissement des occlusives sonores en espagnol constituent des exemples de mécanismes de fortition. Selon certains chercheurs (Bakovic, 1995; J. A. Barlow, 2003), les réalisations occlusives /b, d, g/ en positions initiale et post-nasale en espagnol résultent d'un processus de renforcement articulaire, caractéristique de ces contextes.

Comme le signal Hualde (2005, p. 105), le processus de fortition est rare en espagnol. Parmi les exemples les plus manifestes de ce processus on trouve l'occlusivisation et la vélarisation de l'approximante labiovélaire sonore [w] dans *huevo* -> [ˈgweβo].

Un autre règle également rapportée pour l'espagnol dans la bibliographie (Núñez Cedeño, Colina, & Bradley, 2011) formalise l'allongement de la durée vocalique devant une consonne sonore (cf. Tableau 8). Cette règle peut être interprétée de la manière suivante : un phonème vocalique [+vocalique] est plus long s'il précède un phonème consonantique sonore [+consonantique, +sonore].

[+vocalique]	→ [+longue]	Si [-résonant] → [+consonantique] → [+sonore]
--------------	-------------	---

TABLEAU 8 Exemple d'une règle phonologique de redondance

Récapitulons : dans cette partie nous avons synthétisé l'information concernant les règles phonologiques qui opèrent sur les classes des représentations phonologiques. Les règles sont responsables de la transformation de ces représentations en réalisations allophoniques. Parmi les règles les plus productives en espagnol se trouve le processus de lénition, responsable entre autres de l'affaiblissement du trait [-continu] des consonnes occlusives sonores en position intervocalique. Finalement, nous avons vu que la puissance des processus de réduction dépend d'autres facteurs, tels que la situation communicative ou le dialecte.

Le cas des approximantes

La conclusion qui ressort des paragraphes précédents est que la relation entre les représentations et la matière sonore telle qu'on l'observe dans le signal acoustique n'est pas univoque. Par exemple, la barre de sonorité observée sur le spectrogramme, qui correspond aux vibrations des cordes vocales, peut trouver son origine dans l'information spécifiée dans la représentation, comme dans le cas de l'opposition entre /p/ et /b/ en contexte initial absolu, ou peut résulter des processus de computation qui opèrent entre cette représentation et l'exécution articulatoire, comme dans le cas de l'allophone sonore [z] de la fricative sourde /s/. Dans le premier cas, on parle de voisement phonologique, i.e. distinctif, et dans le deuxième, de voisement phonétique, i.e. non distinctif (cf. Keating, 1984).

La représentation sous-jacente des sons qui se manifestent sur le plan phonétique comme approximantes fait l'objet d'un des plus grands débats entre les phonologues de l'espagnol. Est-ce que les approximantes sont fricatives ou occlusives, ou encore appartiennent à une autre catégorie ? La tradition française (Martinet, 1968) propose une distinction entre les spirantes - qui présentent un bruit résonnant – et les fricatives – qui présentent un bruit de frottement. Dans cette tradition, les approximantes sont des spirantes. Pour Navarro Tomás (1918b) et Quilis (1993), les approximantes sont des réalisations fricatives des occlusives sonores qui subissent le processus de lénition. En revanche, Martínez Celdrán (1984) propose que les approximantes constituent une catégorie à part. Selon cet auteur, les approximantes se distinguent des occlusives sonores et des fricatives par une durée plus courte et par l'absence de bruit aperiodique et d'explosion. Dans cette optique, ce n'est pas l'action des cordes vocales mais la tension qui serait responsable des différences de durée et de nombre de barres d'explosion entre les fricatives et les approximantes (Herrero & Supiot, 2001; Martínez Celdrán, 1991c; Martínez Celdrán, 1989, 1993). Cela suggère que le trait [\pm tendu] - qui se manifeste phonétiquement par des différences de durée et par la présence de l'explosion - ferait partie de la représentation mentale de ces consonnes. Dans ce sens vont les hypothèses de certains auteurs qui postulent l'existence de la représentation « approximante » sur laquelle opère une règle phonologique de fortition dérivant en occlusives en position initiale post-pausale et approximantes en position intervocalique (Barlow, 2003; Lozano, 1979).

Pour conclure : la représentation phonologique des consonnes approximantes en espagnol [β, ð, ɣ] continue à être le sujet de débats qui s'articulent autour des concepts de sonorité et de tension articulatoire.

Paramétrisation acoustique

Dans cette partie nous nous intéresserons aux valeurs scalaires qui font partie des représentations au niveau de l'encodage phonétique. Le modèle transformationnel postule que la représentation phonétique contient une composante graduelle qui spécifie les rangs de valeurs distinctifs qui orientent l'articulation subséquente et véhiculent l'opposition phonologique sur le plan phonique. Ces spécifications font partie de la compétence linguistique des locuteurs puisqu'elles sont différentes en fonction de la langue. Le cas du VOT que nous avons mentionné précédemment est prototypique de ce principe (Ladefoged, 1978). Comme le rapporte Keating (1984) après Ladefoged (1978), le degré de détail nécessaire pour ces spécifications est celui dont on a besoin pour différencier l'accent natif de l'accent étranger. Étant donné que notre étude est acoustique, cette revue se limitera aux travaux acoustiques.

En ce qui concerne la sonorité, le paramètre principal qui véhicule l'opposition entre les sonores et les sourdes est, dans selon l'opinion de la majorité de chercheurs, la présence de la barre de sonorité, mesurée par le paramètre du VOT (Asensi, Portolés, & Del Río, 1997; Castañeda Vicente, 1986; Poch, 1984, 1985, 1987). Le point d'articulation est clairement corrélé avec le VOT pour les occlusives sourdes : le VOT augmente avec la rétraction du point d'articulation vers la partie postérieure de la cavité orale. Il s'agit là d'un effet mécanique, non linguistique.

Le VOT correspond au délai d'établissement du voisement entre le relâchement consonantique et le commencement de la voyelle (Lisker & Abramson, 1964). Le VOT est mesuré à partir de la barre d'explosion et, en espagnol, il présente des valeurs positives pour les consonnes sourdes (qui sont prévues), tandis que, pour les occlusives sonores, il correspond aux vibrations glottales précédant la barre d'explosion et présente donc des valeurs largement négatives.

Contrairement à l'anglais, en espagnol l'aspiration non seulement ne joue pas de rôle distinctif de sonorité en l'espagnol mais, en plus la prononciation aspirée n'est pas considérée normative:

La pronunciación correcta española emplea únicamente las formas oclusivas puras; las formas aspiradas, frecuentes entre alemanes e ingleses, deben evitarse cuidadosamente. (fr. La prononciation correcte espagnole emploie uniquement

les formes occlusives pures, les formes aspirées, fréquentes en allemand et anglais, devraient être soigneusement évitées.)

(Navarro Tomás, 1918b, § 73)

Le Tableau 9 présente des valeurs du VOT rapportées pour les occlusives.

	p	t	k	b	d	g
(Castañeda Vicente, 1986)	6.5	10.4	25.7	-69.8	-77.7	-58.0
(Poch, 1984)	17.18	19.75	29.01	-	-	-
(Déniz Troya, 2005 Las Palmas de Gran Canaria)	9.7	16.6	28.2	-	-	-
(Asensi et al., 1997)	14.7	20.2	35.4	-	-	-

TABLEAU 9 Valeurs du VOT pour les occlusives espagnoles rapportées dans des études existantes choisies

Néanmoins, les valeurs du VOT varient en fonction de divers facteurs. Castañeda (1986) et Déniz Troya (2005) rapportent la tendance à avancer la vibration laryngée pour les consonnes en syllabe accentuée par rapport aux syllabes atones. Les valeurs du VOT sont par ailleurs affectées par le contexte vocalique et montrent une tendance à augmenter à mesure que le point d'articulation de la voyelle suivante se trouve dans la partie postérieure de la cavité buccale (Castañeda Vicente, 1986; Déniz Troya, 2005). Elles sont également influencées par le contexte consonantique : Herrera (1997) rapporte pour l'espagnol canarien des valeurs de VOT supérieures si l'occlusive suit une consonne par rapport à celle qui suit une voyelle.

L'opposition de voisement se manifeste également sur le plan de la durée (Carrasco & Hualde, 2009; Elejabeitia et al., 1995; Hualde, 2005; Martínez Celdrán, 1991b; Martínez Celdrán, 1985, 1993; Navarro Tomás, 1918a; Torreblanca, 1976). Elejabeitia et al. (1995) trouvent une relation entre le VOT et la durée totale pour marquer la sonorité, mais affirment que la présence ou l'absence de la barre de sonorité constitue en espagnol l'indice principal du voisement. Navarro Tomás (Navarro Tomás, 1918b, p. 204) note que les fricatives sourdes sont sensiblement plus longues que les « fricatives sonores » (c.à.d. les approximantes) et que les occlusives sourdes présentent des durées similaires à celles des fricatives sourdes. Martínez Celdrán (1985) rapporte les résultats d'une expérience de perception de sonorité qui vont dans le sens de l'hypothèse que la durée consonantique est suffisante pour discriminer entre les sourdes et les sonores. Ce résultat est interprété par cet auteur comme corroborant l'idée selon laquelle la spécification du trait de tension se trouve dans la représentation des

occlusives. C'est dans ce sens que Torreblanca (1976) interprète les sonorisations des sourdes et les assourdissements des sonores observés dans la parole des habitants des alentours de Toledo, c.à.d. comme le résultat de la réduction ou de l'augmentation de la tension articuloire respectivement.

Globalement, il existe un accord sur le rôle de la durée pour la discrimination des paires de consonnes /p, t, k/ et /b, d, g/, les divergences concernant la portée de cet indice par rapport au VOT. A ce propos, nous retenons l'affirmation de Quilis (1981, p. 120), que l'analyse de la parole aphasique nous fournira l'occasion de tester :

Nuestras explosivas sordas serán normalmente tensas, y su correspondiente sonora, débil. Si en español no hubiese una clara distinción entre unas y otras, basada en la acción de las cuerdas vocales, y por lo tanto en la ausencia y presencia de la barra de sonoridad, el rasgo tenso/débil sería el característico.

Quilis (1980: 120)

Un autre paramètre qui a été analysé en rapport avec le voisement est la durée des barres d'explosion (Asensi et al., 1997). En ce qui concerne les occlusives sonores, pour Martínez Celdrán (2008), la présence de la barre d'explosion est distinctive pour la différenciation entre le mode d'articulation occlusive et approximante. Ces auteurs trouvent que le nombre de barres ne varie pas de manière significative en fonction du point d'articulation pour les consonnes occlusives sourdes.

Notons également que le type de phonème (occlusives, fricatives, sonores, sourdes, etc.) et le contexte phonique ne sont pas les seuls facteurs de variation de la durée consonantique. En effet, elle est également influencée par d'autres facteurs, tels la position à l'intérieur de la syllabe et l'accent (Del Barrio & Torner, 1999; Martínez Celdrán, 1991a; Martínez Celdrán, 1989; Mendoza et al., 2003; Navarro Tomás, 1918a). En particulier il a été rapporté que la position initiale absolue (post-pausale) et la coda syllabique favorisent l'allongement de la durée consonantique. L'accent a également été identifié (Del Barrio & Torner, 1999) comme susceptible d'avoir un effet sur les durées consonantiques mais cet effet serait restreint aux consonnes nasales et liquides en position de coda syllabique.

En ce qui concerne les consonnes fricatives /f, s, θ, x/, elles se caractérisent sur le plan acoustique par la présence de bruit de constriction visible sur le spectre sous forme d'énergie désordonnée. Les fricatives se distinguent entre elles par la durée du bruit aperiodique, son intensité et ses propriétés spectrales (Martínez Celdrán, 1984; Quilis, 1981; Romero & Fernández Planas, 1995).

Finalement, les affriquées ont été relativement peu étudiées (Martínez Celdrán & Fernández Planas, 2000; Quilis, 1981, 1993). Sur le plan phonétique, les affriquées se caractérisent par

une première étape occlusive suivie d'une seconde étape constrictive qui partagent le même point d'articulation. En espagnol, il existe - dans la tradition classique - un seul phonème affriqué /tʃ/ - qui s'observe en contexte initial absolu, après /n/ et /l/ et qui possède deux réalisations allophoniques [tʃ] et [tʃ̺] (Quilis, 1981, mais cf. Martínez Celdrán & Fernández Planas, 2000 pour une proposition différente).

Pour récapituler, dans cette partie nous avons passé en revue les études portant sur la paramétrisation acoustique des réalisations des traits phonologiques de voisement et de mode d'articulation en espagnol. Nous retenons pour nos analyses des réalisations phonétiques des consonnes occlusives et fricatives les paramètres suivants : le VOT, la durée de barres d'explosion, le nombre de barres d'explosion, la durée de barres d'explosion et la durée du bruit fricatif. Nous retenons également les facteurs susceptibles de faire varier les valeurs des paramètres acoustiques tels que la variation dialectale, le registre de la parole, le contexte phonique, la structure syllabique et l'accent, qui seront inclus dans notre protocole expérimental en tant que variables indépendantes (accent, structure syllabique et contexte phonique) ou contrôlées (registre, dialecte).

Structure syllabique et accentuelle

Les paragraphes précédents ont été consacrés à la caractérisation des aspects segmentaux du système phonologique espagnol. Ci-après nous nous intéresserons aux aspects syllabiques et métriques.

Le paradigme transformationnel, comme celui implémenté dans le modèle de Levelt, postule que la syllabification est le résultat de l'opération de règles qui associent la trame métrique du mot avec l'information segmentale. Cette opération implique d'abord l'identification du noyau de la syllabe qui, en espagnol, est toujours un segment vocalique. Ensuite, elle implique l'application d'une règle phonologique qui attribue un segment consonantique au noyau de la syllabe en position d'attaque syllabique. Cette règle a pour but de doter chaque noyau syllabique d'une attaque consonantique pour former une structure syllabique CV, elle prédit par conséquent qu'une consonne se rattache toujours à gauche de la voyelle (c.à.d. avant la voyelle), et accepte une syllabification comme /^lo.so/ mais pas celle de /^los.o/. Une fois l'attaque consonantique formée, le processus continue pour former la coda syllabique.

Au cours de la formation de l'attaque syllabique, la règle opère avec le principe de maximisation de l'attaque complexe à l'intérieur du mot, par exemple elle promeut la syllabification du mot *soplo* (fr. je souffle) où l'occlusive sourde /p/ appartient à l'attaque de la syllabe suivante plutôt qu'à la coda de la première syllabe : /^lso.plo/ vs. */^lsop.lo/. La règle de syllabification opère en même temps en accord avec la compétence linguistique, c.à.d. en respectant les contraintes linguistiques qui n'acceptent pas, en espagnol, les attaques

complexes de type /pt/ dans *capta* (fr. il capture) */**ka.pta**/, et qui attribuera, par conséquent, les consonnes *p* et *k* à des syllabes différentes /**kap.ta**/.

En espagnol, l'attaque syllabique complexe peut être formée par une consonne occlusive /p,t,k,b,d,g/ ou fricative labiodentale /f/ avec une consonnes latérale /l/ ou vibrante simple /r/. En espagnol péninsulaire, les groupes consonantiques /tl/ et /dl/ ne sont pas acceptés en position d'attaque syllabique (ces groupes peuvent pourtant exister à la frontière syllabique, par exemple dans *atlético*, /at.**'le.ti.ko**/). En ce qui concerne la coda syllabique, les consonnes les plus fréquentes sont [n, l, r, s]. Les consonnes palatales [ʎ] et [ɲ] ne peuvent pas apparaître dans cette position. En coda complexe, la deuxième consonne est toujours une fricative alvéolaire [s].

En ce qui concerne la syllabification inter-mots - contrairement au français, par exemple, où la syllabification ignore les frontières lexicales comme dans le syntagme nominal *mon avion* syllabifié comme [mo.na.'vjõ] (Ferrand, 1998) -, la syllabification en espagnol respecte largement ces frontières et n'accepte pas la syllabification du type *chef loco* *[tʃe.'flo.ko] ou *club latino* *[klu.βla.'ti.no], la seule syllabification possible dans ces contextes étant [tʃef.'lo.ko] *[kluβ.la.'ti.no] (Hualde, 2014). Ces exemples suggèrent que le processus de syllabification se situe au niveau lexical. Cependant d'autres exemples montrent que, dans certains cas, la règle de formation de syllabes de structure CV opère également au niveau post-lexical, comme l'indique l'acceptation de syllabifications comme [tʃe.far.xeɲ.'ti.no] vs [tʃef.ar.xeɲ.'ti.no] (Hualde, 2014).

Dans une révision des phénomènes de syllabification en espagnol, Hualde (Hualde, 2014; cf. aussi Navarro Tomás, 1966) met en lumière la préférence de l'espagnol pour la structure CV. En effet, la structure syllabique CV représente 51.35% des syllabes selon une étude récente d'un corpus oral (Moreno Sandoval, Torre, Curto, & Torre, 2008)²⁴, et elle est suivie par la structure CVC (18.3%) et V (8.60%, d'après les mêmes auteurs).

En ce qui concerne la structure accentuelle, les phénomènes accentuels en espagnol ont été étudiés depuis deux perspectives contrastées. Selon la première, l'accent est un trait distinctif [\pm accent], qui permet d'opposer en espagnol les mots *ánimo* (fr. courage) et *animó* (fr. il/elle a encouragé), à l'instar de l'opposition phonologique comme dans *vaso* (fr. verre) et *pasó* (fr. pas). Dans cette perspective, la distinction serait formalisée au niveau sous-jacent par un trait [\pm accent] où la syllabe accentuée serait marquée [+accent]. Selon la seconde perspective (par exemple la théorie métrique, cf. Liberman & Prince, 1977), l'accent relève de la prosodie, il appartient au plan suprasegmental et son expression phonétique est multiparamétrique pouvant s'exprimer par plusieurs paramètres acoustiques. Le modèle de Levelt postule que l'information concernant l'accent est séparée de l'information segmentale et prévoit

²⁴ Une étude antérieure (Guerra, 1983) rapporte 55.81% pour la structure syllabique CV, un résultat qui se base également sur un corpus oral.

L'attribution de la structure accentuelle régulière au moyen de la computation, au cours de l'encodage phonologique tandis que dans le cas des patrons irréguliers l'information accentuelle est stockée avec la représentation lexicale.

L'espagnol est une langue à accent partiellement libre qui peut frapper une des syllabes dont se compose le mot. En fonction de la syllabe où se trouve l'accent dans les mots, on distingue quatre types d'accentuation :

- Mots oxytons : la syllabe accentuée est la dernière du mot (*ladrón, azul*) ;
- Mots paroxytons : la syllabe accentuée est l'avant-dernière du mot (*bebida, pasta*) ;
- Mots proparoxytons : la syllabe accentuée est l'antépénultième du mot (*sábado, lámpara*)
- Mots superproparoxytons : la syllabe accentuée est celle qui précède l'antépénultième du mot (*presentándomelo, bebétele*). Ce type d'accentuation n'est observé que dans des formes verbales suivies d'un ou plusieurs pronoms enclitiques.

L'accent en espagnol possède une fonction distinctive dans la mesure où il sert à distinguer des unités à significations différentes (Quilis, 1993), par exemple dans les triplets du type : *válido* (fr. valide, adjectif) vs *valido* (fr. je valide) vs *validó* (j'ai validé).

Du point de vue de la production, l'accent est défini comme l'articulation d'une syllabe avec un effort articulatoire majeur (Morales Font, 2014). Les chercheurs ont essayé d'identifier les corrélats acoustiques déterminant la perception de l'accent en espagnol et ont signalé l'intensité vocalique (Navarro Tomás, 1944), la durée segmentale (Garrido, Llisterri Boix, de la Mota, & Ríos, 1993; Marín, 1994; Quilis, 1981; Riera, Ríos, de la Mota, Carbó, & Machuca, 2001 entre autres), la fréquence fondamentale (Enríquez, Casado, & Santos, 1989; Quilis, 1981), ou encore la combinaison de tous ces paramètres (Llisterri Boix, Machuca, de la Mota, Riera, & Ríos, 2005) comme responsables de sa perception.

Synthèse

L'objectif de cette partie était de présenter les principales caractéristiques de la structuration phonético-phonologique du système consonantique de l'espagnol, en particulier en ce qui concerne l'opposition de mode d'articulation et de voisement. Les études portant sur différents aspects de la composante phonético-phonologique de cette langue ont été révisées depuis la perspective transformationnelle, implémentée dans le modèle sériel de Levelt, qui postule la spécification du contenu des représentations phonologiques par l'intermédiaire de règles phonologiques. Ainsi, nous avons rapporté les hypothèses relatives à la (sous-)spécification des représentations phonologiques pour les consonnes occlusives, fricatives et affriquée. Ensuite, nous avons passé en revue les règles de transformation qui opèrent sur les représentations phonologiques. Nous nous sommes particulièrement intéressée au processus de lénition, très productif dans cette langue, et qui, selon le paradigme transformationnel, est responsable de la sonorisation des occlusives sourdes et de la spirantisation des occlusives sonores en fonction du contexte phonique. Finalement, nous avons revu les études portant sur la paramétrisation acoustique des phénomènes associée à l'implémentation du contraste de sonorité et de mode d'articulation en espagnol. Nous avons complété la description de la composante phonético-phonologique de cette langue en présentant des aspects de sa structure syllabique et accentuelle.

DEFICITS LINGUISTIQUES AU PLAN PHONETICO-PHONOLOGIQUE ET HYPOTHESES SUR LEUR DETERMINISME

Introduction

Les transformations segmentales constituent un des symptômes linguistiques observés suite à une lésion cérébrale qui donne lieu à l'aphasie. La dernière partie de ce chapitre sera consacrée au déficit linguistique sur le versant de la production en aphasie, les critères de sa classification et les tableaux cliniques aphasiques qui se caractérisent de manière prédominante par des altérations de la composante phonético-phonologique. Parmi les trois grands types d'aphasies : aphasie de Broca, aphasie de conduction et aphasie de Wernicke, nous nous occuperons des deux premiers types cliniques. L'aphasie de Wernicke, affectant d'autres composantes, en particulier la compréhension, ne nous permettrait pas de mener à terme des analyses contrôlées des aspects qui nous intéressent. L'aphasie de Broca, traditionnellement associée à un déficit moteur, et l'aphasie de conduction, qui présente d'habitude des paraphasies phonémiques caractéristiques, semblent adéquates pour tester nos hypothèses.

Déficits linguistiques et leurs classifications

Un déficit linguistique est une manifestation de l'activité linguistique altérée attribuée généralement à une cause neurologique d'origine évolutive, dégénérative, ou consécutive à une lésion cérébrale. De ce fait, le déficit linguistique se situe sur le plan descriptif et constitue un des symptômes, i.e. une manifestation de surface, de différents syndromes

(Gallardo Paúls, 2009). Les déficits linguistiques sont classables en fonction des critères orientés par une théorie mais ces classifications ne se prononcent pas, à priori, sur les déterminismes sous-jacents. Les perturbations de la performance linguistique associées à la lésion de l'appareil bucco-phonatoire (troubles de la voix et d'étiologie organique) ou à des maladies psychiques (syndrome d'Asperger, schizophrénie, etc.) sont généralement exclues de la définition du déficit linguistique, réservé ainsi aux perturbations se situant au niveau de la compétence linguistique - dans le sens chomskyen - en opposition à l'exécution ou aux troubles affectant d'autres composantes cognitives. La présente étude s'intéresse aux déficits de la composante phonético-phonologique consécutive à l'aphasie.

L'aphasie est une altération de la fonction linguistique résultant d'une lésion cérébrale (le plus souvent un accident vasculaire cérébral, mais il existe également des aphasies d'origine traumatique ou suite à des tumeurs) produite généralement dans l'hémisphère gauche. Le terme « aphasie » englobe de nombreux syndromes qui peuvent pourtant se regrouper autour de trois grands types aphasiques (Benson & Geschwind, 1979, 1985; Goodglass & Kaplan, 1983) : l'aphasie de Broca, qui comprend des troubles affectant le versant de la production linguistique ; l'aphasie de Wernicke, qui regroupe les altérations sur le versant réceptif ; et l'aphasie de conduction, qui se caractérise par un trouble prédominant de répétition (cf. Ardila, 2006, 2010a; Tesak & Code, 2008 pour une revue des classifications des aphasies).

L'étude des déficits linguistiques en aphasie exigent le concours de trois disciplines : la linguistique, la psychologie et la neurologie (Dubois, 1967, 1977; Nespoulous & Virbel, 2004b; Nespoulous, 2004). Le postulat central de la neuropsycholinguistique consiste à assumer qu'il existe une corrélation entre le substrat anatomo-clinique, les troubles praxiques, gnosiques, de l'attention et de la mémoire, et la typologie linguistico-sémiotique des déficits linguistiques (Ardila, 2006; Cuetos, 1998; Dubois, 1967; Goodglass & Kaplan, 1983; Lecours & Lhermitte, 1979; A. Luria, 1970; Nespoulous & Virbel, 2004b; Valdois, Joannette, & Nespoulous, 1989). La contribution principale de la linguistique à l'entreprise neuropsychologique consiste à proposer des concepts et des outils instrumentaux pour l'analyse des symptômes linguistiques ainsi qu'un critère linguistique pour leur classification. Parmi les nombreuses classifications des aphasies (une vingtaine selon Ardila, 2006, 2010a), la plupart se basent largement sur des taxonomies linguistiques.

Par exemple, les déficits aphasiques peuvent être classés selon l'atteinte des unités ou composantes linguistiques (cf. Figure 14), de telle sorte qu'on peut parler de déficit phonologique, syntaxique, lexical, etc. regroupant des erreurs affectant différentes unités appartenant à cette composante ou mécanismes qui y opèrent. Les composantes peuvent être affectées sélectivement sans compromettre la totalité du système (hypothèse à laquelle adhèrent les partisans de l'approche modulaire, par exemple Caramazza, Papagno, & Ruml,

2000 ou encore Buchwald & Miozzo, 2012) ou globalement (selon l'hypothèse soutenue par les adhérents à l'approche connexionniste, par exemple Dell et al., 1997).

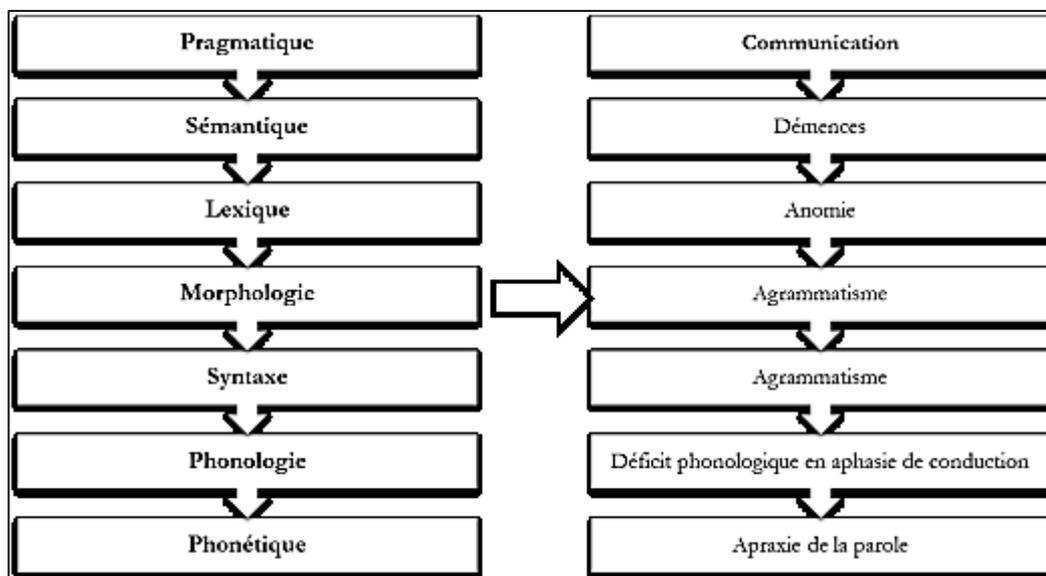


FIGURE 14 Composantes du langage articulé et exemples de leurs affectations

Une autre typologie d'origine linguistique propose de classifier les troubles verbaux en fonction de la relation que les unités d'analyse linguistique entretiennent entre elles. Parmi celles-ci se trouve le cadre théorique mis en avant par R. Jakobson (1964, 1968), où cet auteur oppose les phénomènes qui se déploient sur l'axe syntagmatique – relatifs à la distribution des éléments – et sur l'axe paradigmatique – relatifs aux classes d'objets. Ainsi, si la lésion affecte la capacité des sujets à former des phrases, à concaténer les éléments linguistiques (par exemple, l'ordonnancement des phonèmes dans la trame du mot, la coarticulation, etc.), ou à omettre toutes ces unités linguistiques qui se caractérisent par une dépendance hiérarchique des autres (morphèmes flexionnels ou dérivationnels, les marques de concordance verbale, etc.), on parle de déficit sur l'axe syntagmatique, l'axe de la contiguïté. Par contre, si la perturbation se manifeste par des difficultés à trouver les mots, à dénommer un objet, par des erreurs de substitution ou, dans le cas des sujets bilingues, à traduire d'une langue vers l'autre, c'est l'axe paradigmatique, l'axe de la similitude, qui est affecté (Dubois, 1977). Cette typologie a été adoptée par la suite par A. R. Luria (1980) dans le contexte clinique.

Une des typologies classiques (Weisenburg & McBride, 1935) se base sur le schéma de la communication (cf. Figure 15) et distingue les syndromes aphasiques du versant de l'émission (i.e. troubles de l'encodage) ou et du versant de la réception (i.e. du décodage).

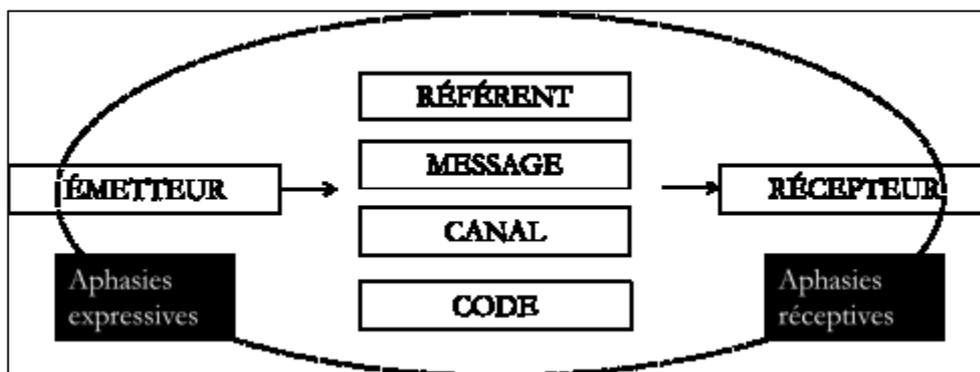


FIGURE 15 Schéma de communication selon Jakobson et types d'aphasie.

Une autre dichotomie linguistique à la base d'une classification des aphasies est celle de Benson (1967) qui oppose des aphasies fluentes aux non-fluents sur la base de variables relatives à la description de la face sonore des langues et qui tient compte du débit de parole, de la prosodie, de la longueur des phrases, des pauses et de la présence des paraphrasies.

La taxonomie du déficit linguistique peut se faire par ailleurs en fonction de compétences sémiotiques (expression orale, expression écrite, réception orale, réception écrite, répétition, calcul, etc.), critère qui a souvent été adopté dans les protocoles d'exploration des aphasies (Cuetos, 1998; Peña Casanova, 1991, 2005).

Outre les taxonomies basées sur un critère linguistique ou psycholinguistique, il existe par ailleurs des classements fondés sur la topographie anatomique du siège de la lésion dans une région précise dans le cerveau. Par exemple, Benson et Ardila (1996) distinguent les syndromes aphasiques en fonction de deux critères anatomiques : le site lésionnel par rapport à la scissure de Rolando et par rapport à la région périsylvienne. Ainsi, les lésions situées dans l'aire périsylvienne (comprenant l'aire de Broca, l'aire de Wernicke, le gyrus supramarginal et les faisceaux de substance blanche qui les relient), dans la région pré-rolandique, causeraient une aphasie non-fluente (type aphasie de Broca) tandis que celles qui résultent d'une lésion dans le territoire post-rolandique, entraîneraient une aphasie fluente (type conduction et Wernicke). Par ailleurs, les aphasies causées par une lésion dans la périphérie de la région périsylvienne, comprenant les régions préfrontales et le carrefour temporo-pariéto-occipital, dont le gyrus angulaire et les régions temporales inférieures, peut provoquer des syndromes tels que le syndrome dorsolatéral préfrontal gauche ou le syndrome pariéto-occipito angulaire (cf. Figure 16).

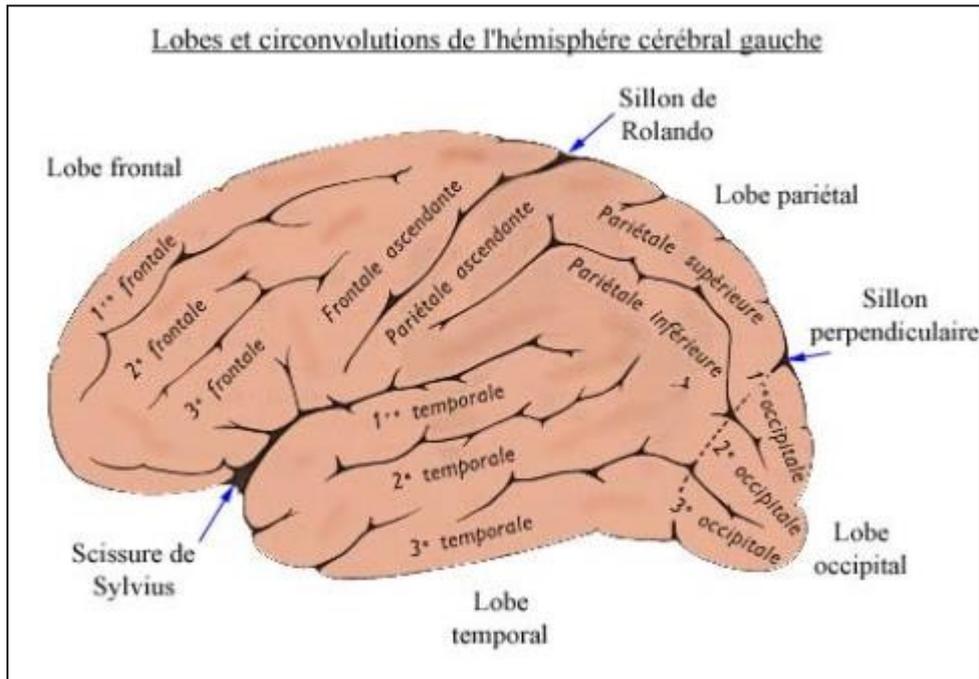


FIGURE 16 Anatomie de l'hémisphère cérébrale gauche et sites lésionnels en aphasie
<http://www.medecine-et-sante.com/anatomie/Anatomiecerveau1.html> [consulté le 29 octobre 2015]

Le Tableau 10 offre une synthèse des classifications des syndromes aphasiques existantes.

Benson et Geschwind, 1971	Hécaen et Albert, 1978	Kertesz, 1979	Benson, 1979	Lecours, 1983
Broca	Agrammatique	Broca	Broca	Broca
Wernicke	Sensorielle	Wernicke	Wernicke	Wernicke
Conduction	Conduction	Conduction	Conduction	Conduction
Transcorticale motrice	Transcorticale motrice	Transcorticale motrice	Transcorticale motrice	Aspontanéité
Transcorticale sensorielle	Transcorticale sensorielle	Transcorticale sensorielle	Transcorticale sensorielle	Wernicke type 2
Isolement des aires du langage	-	Isolement des aires du langage	Transcorticale mixte	-
Anomique	Amnésique	Anomique	Anomique	Amnésique
Globale	-	Globale	Globale	-
Aphémie	Motrice pure	-	Aphémie	Anarthrie pure

TABLEAU 10 Classifications existantes des aphasies (inspiré de Ardila, 2006; d'après Viader, 2015)

Notions de déficit et stratégies compensatoires

Il existe deux perspectives contrastées sur la nature du déficit linguistique observable en aphasie qui s'articulent, d'un côté, autour du concept de *perte* et, de l'autre, de celui de *dégradation*, ou perte graduelle.

Le postulat de la perte en aphasie s'inscrit dans le cadre des perspectives modulaires localisationnistes soutenant qu'une lésion focale, localisable dans une zone du cerveau, implique la perte des fonctions ou des compétences linguistiques qui lui sont attribuées. À ce postulat s'oppose l'hypothèse de la perte graduelle ou de la réduction de certaines fonctions linguistiques, proposée dans le cadre des approches connexionnistes.

Des recherches actuelles mettent l'accent sur la complexité du comportement aphasique, sur la variabilité des performances et sur la flexibilité cognitive. Elles s'accordent mieux avec l'hypothèse de la dégradation graduelle des fonctions linguistiques en aphasie (Nespoulous & Virbel, 2004a, 2007; Nespoulous, 1996, 1998a, 1998b, 2004). En effet, la performance aphasique dépend de nombreux facteurs, tels que la tâche ou encore la modalité du discours (aspects référentiels *vs.* aspects modalisateur, cf. Nespoulous, 1980). Les études les plus récentes privilégient l'interprétation des symptômes aphasiques comme des manifestations des stratégies adaptatives mis en place comme réponse des patients à leur difficulté. Tel est, par exemple, le cadre interprétatif des troubles agrammatiques offert par plusieurs auteurs (Jarema & Friederici, 1994; Sahraoui & Nespoulous, 2012; Sahraoui, 2009) ou l'explication des troubles articulatoires chez les patients apraxiques donnée par Varley et Whiteside, dans leur propres mots : « the characteristics of AOS are symptomatic of secondary compensatory strategies, and not the disorder itself. » (Varley & Whiteside, 1998, p. 223).

Dans ce travail, comme nous l'avons déjà signalé ci-avant, nous adoptons la démarche qui considère la performance aphasique comme résultats de l'interaction de trois dimensions :

- Le déficit
- La capacité préservée
- L'adaptabilité

Déficits de la composante phonético-phonologique en aphasie

Dans les paragraphes qui suivent nous allons passer en revue la symptomatologie et les hypothèses sur les mécanismes sous-jacents des syndromes qui s'opposent traditionnellement en fonction de l'affectation des sous-composantes de la face sonore des langues : le déficit phonétique dans l'aphasie de Broca et le déficit phonologique dans l'aphasie de conduction.

Aphasie de Broca

Aphémie (Broca), *aphasie motrice* (Wernicke), *apraxie de la parole* (Darley, Aronson, & Brown, 1975; Johns & La Pointe, 1976), *syndrome de désintégration phonétique* (Alajouanine, Ombredane, & Durand, 1939), *dyspraxie articulatoire, a-/dyspraxie verbale* (Freeman, Sands, & Harris, 1978; Hardcastle, 1987), *motor speech disorder* (Duffy, 1995), *aphasie motrice efférente* (Luria, 1970) et *aphasie de Broca* (Lecours & Lhermitte, 1979) sont autant de termes qui renvoient au déficit, provoqué par une lésion cérébrale, qui affecte le pôle expressif du langage et, de manière prédominante, la face sonore des mots. Ces désignations ne sont pas forcément coïncidentes et la variété terminologique met en évidence la difficulté de définir de manière précise la nature du problème.

La définition d'un syndrome dépend du modèle théorique qu'on adopte et de son degré de précision pour rendre compte des observations empiriques. La remise en question de la relation hiérarchique entre la phonétique et la phonologie en linguistique, que nous avons présentée dans la première partie de ce chapitre, a largement contribué à une reconsidération du déficit qui affecte la phonie (cf. Kent, 2000 pour une revue des troubles moteurs). Les conceptualisations récentes des troubles phonético-phonologiques d'origine aphasique tentent d'intégrer ces acquis théoriques (M. J. Ball & Müller, 2002; Ballard, Barlow, & Robin, 2001; Ballard, Granier, & Robin, 2000; Buckingham & Christman, 2008; Code, 1998b; Dogil & Mayer, 1998; Laganaro, 2015; Ogar, Slama, Dronkers, Amici, & Gorno-Tempini, 2005; Varley & Whiteside, 2001; Ziegler, 2009, 2002). Ces efforts définitoires se sont concentrés d'un côté sur la dissociation des troubles purement moteurs des troubles impliquant la compétence linguistique (en particulier, la dissociation des affections purement articulatoires de celles de la composante phonologique), et de l'autre, sur la différenciation entre les différents mécanismes impliqués dans l'encodage phonétique et sa perturbation.

Ainsi, en ce qui concerne le premier aspect, nombre d'auteurs, particulièrement dans la tradition anglo-saxonne (Darley et al., 1975; Duffy, 1995; Kent & Rosenbek, 1983; McNeil, Pratt, & Fossett, 2004; Ogar et al., 2005 entre autres), dissocient les troubles moteurs auxquels ils se réfèrent par le terme d'apraxie de la parole (angl. *apraxia of speech*) des

troubles impliquant la compétence linguistique, auxquels renvoie le terme d'aphasie. Sous le terme de compétence linguistique ces auteurs regroupent non seulement les aspects phonologiques mais également ceux de plus haut niveau, comme par exemple l'accès lexical ou l'organisation syntaxique. Selon ces auteurs, l'apraxie de la parole, définie comme « an articulatory disorder resulting from impairment due to brain damage of the capacity to program the positioning of speech musculature for the volitional production of phonemes and the sequencing of muscle movements » (Darley, Aronson, & Brown, 1985, p. 255), peut être concomitante de l'aphasie de Broca sans en être pour autant le synonyme (Goodglass & Kaplan, 1983; Marquardt & Sussman, 1984). Cette dissociation est également présente dans la tradition française, bien que sous une désignation différente, qui oppose l'anarthrie (équivalent de l'apraxie de la parole) au déficit phonétique linguistique observée dans l'aphasie de Broca. Dans cette tradition, l'anarthrie renvoie aux troubles articulaires d'origine neurologique qui se caractérisent par une atteinte sélective de l'articulation du langage sans compromettre les aspects linguistiques, de haut niveau du traitement, tels que l'agrammatisme ou l'anomie (Lecours & Lhermitte, 1976; Puel, Nespoulous, Bonafé, & Rascol, 1980 entre autres).

D'autres auteurs, pourtant, considèrent l'aphasie de Broca et l'apraxie de la parole (anarthrie) comme des synonymes sur le plan des troubles phonético-phonologiques (par exemple Lecours & Lhermitte, 1979). Selon Duffy (2005), 90% des patients présentant une apraxie de la parole présentent un déficit linguistique concomitant (aphasie de Broca) à des degrés divers. Par ailleurs, un patient apraxique est souvent un patient aphasique de Broca qui a eu une évolution favorable (Lecours & Lhermitte, 1979). Dans ce travail, nous allons suivre ces derniers auteurs et considérer, en ce qui concerne les aspects phonético-phonologiques, l'aphasie de Broca et l'apraxie de la parole sur le même plan.

Par contre, l'aphasie de Broca doit être distinguée de la dysarthrie, qui est un trouble périphérique (non-aphasique) de la réalisation motrice causé par un déficit au niveau de la coordination et du contrôle des muscles participant à la production verbale (Code, 1998a; Darley et al., 1975; Kent, 2000). Les patients dysarthriques n'ont pas de difficulté pour la programmation des gestes articulaires et leurs erreurs sont plus consistantes, facilement prévisibles et présentent moins de variabilité que chez les patients apraxiques ou anarthriques (Code, 1998a).

La Figure XXX présente les syndromes cliniques que nous venons d'évoquer : l'anarthrie, l'apraxie de la parole, l'aphasie de Broca et la dysarthrie en correspondances avec les composantes linguistiques qui sont perturbées dans chacun de ces déficits.

	COMPOSANTES	DÉFICITS
Aspects procéduraux du traitement linguistique	Système sémantique	
	Système syntaxique	
	Encodage phonologique	Déficit phonologique (aphasie de conduction)
	Programmation phonétique	Aphasie de Broca
	Articulation	Dysarthrie

FIGURE 17 Composantes linguistiques et déficits correspondants pour le plan phonético-phonologique (d'après Code, 1998a)

En ce qui concerne la localisation lésionnelle de l'aphasie de Broca, ce syndrome est classiquement attribué à une lésion dans l'aire de Broca, se trouvant dans la partie postérieure de la troisième circonvolution frontale gauche (selon la classification de Brodmann correspondant aux pars *opercularis* 44 et *triangularis* 45, cf. Figure 18). Pourtant, de nombreuses recherches signalent que le site lésionnel pouvant entraîner une aphasie de Broca est plus étendu et englobe des régions cortico-sous-corticales, atteignant l'opercule frontal et pariétal, le gyrus frontal moyen (F2), le pied de la deuxième circonvolution frontale (aire d'Exner), l'insula et la substance blanche (Démonet & Puel, 1998, p. 348).

Ces lésions sont associées à un ensemble de symptômes que nous allons synthétiser ci-

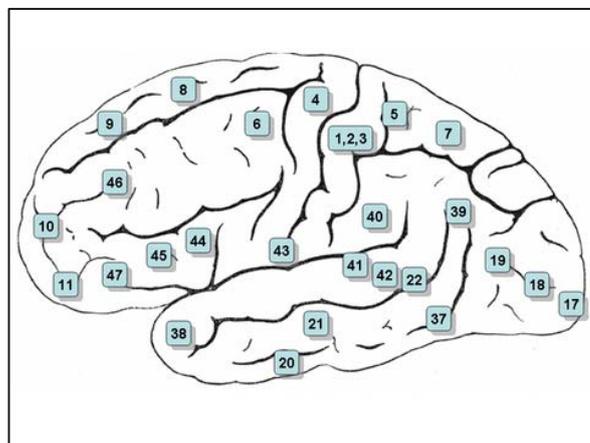


FIGURE 18 Topographie cérébrale de Brodmann, cf. texte
https://en.wikipedia.org/wiki/Brodman_area[26/10/2015]

après.

Les études classiques et récentes mettent en évidence un nombre de symptômes cliniques associés à l'aphasie de Broca (Baum, Blumstein, Naeser, & Palumbo, 1990; Code, 1998a; Darley et al., 1975; Hardcastle, 1987; Itoh, Sasanuma, Hirose, Yoshioka, & Ushijima, 1980; Itoh, Sasanuma, & Ushijima, 1979; Johns & La Pointe, 1976; Kent & Rosenbek, 1983; Ryalls & Behrens, 2000; Ziegler, Aichert, & Staiger, 2012; Ziegler, 2002, 2002). Il convient de souligner notamment le style télégraphique et une diminution considérable de la complexité syntaxique de la phrase avec un débit ralenti, la parole laborieuse avec de nombreuses pauses et hésitations et la prosodie et le rythme altérés. Sur le plan articulatoire, la parole dans l'aphasie de Broca se caractérise par une difficulté d'initiation de la parole, par une inconsistance des mouvements articulatoires qui se traduisent sur le plan perceptif par la présence de nombreuses distorsions phonétiques et phonémiques – qui, par ailleurs, affectent davantage les consonnes que les voyelles –, des erreurs qui montrent un effet de la complexité articulatoire (omissions segmentales, assourdissements, erreurs de persévération et d'anticipation) et des transformations segmentales. Les études instrumentales rapportent d'allongement des durées segmentales (Collins, Rosenbek, & Wertz, 1983; Kent & Rosenbek, 1983; Ryalls, 1981, 1986) – autant pour les consonnes que pour les voyelles – et une réduction des transitions des gestes articulatoires lors de la coarticulation, i.e. de la superposition des gestes (Caramazza & Miozzo, 1998; Katz & Baum, 1987; Katz, 1988; Mayer, 1995; Varley & Whiteside, 1998; Ziegler & van Cramon, 1985, 1986). L'allongement segmental, le rythme haché conduisant à la syllabification (ang. *syllable segregation*) et les altérations de la coarticulation sont souvent rapportés conjointement comme arguments en faveur de l'hypothèse selon laquelle il existerait une corrélation entre ces symptômes et la fluidité verbale (Kent & Rosenbek, 1983).

Il existe un accord général pour attribuer cette symptomatologie à une perturbation au niveau de l'interface entre l'encodage phonologique et l'exécution articulation, i.e. au niveau de l'encodage phonétique (Ball & Müller, 2002; Ballard et al., 2001, 2000; Cholin, 2008; Code, 1998b; Dogil & Mayer, 1998; Freeman, Sands, & Harris, 1978a; Itoh et al., 1979; Kelso & Tuller, 1981; McNeil, Robin, & Schmidt, 1997; Ziegler et al., 2012; Ziegler, 2002). Les différences entre les diverses interprétations du syndrome concernent les mécanismes précis opérant à cette interface susceptibles d'être perturbés. Nous allons passer en revue les principales conceptualisations dans ce domaine.

Dogil et Mayer recourent à la théorie de la sous-spécification pour identifier les mécanismes pathogènes dans l'apraxie de la parole. Ces auteurs (Dogil & Mayer, 1998; Mayer, 1995) étudient la perturbation de la coarticulation chez les patients présentant une aphasie de Broca et attribuent le déficit articulatoire à une hyper-spécification (angl. *overspecification*) des représentations phonétiques qui bloquerait les transitions entre les gestes.

Mayer illustre ce propos par l'exemple de la consonne laryngée [h] (comme dans allemand *gebobe*). [h] est spécifié pour le point d'articulation mais sous-spécifié pour les propriétés supra-laryngées qui s'actualisent en fonction du contexte phonétique. Dans ce sens, [h] est transparent, une qualité qui permet la superposition des gestes lors de la coarticulation. Partant de cette observation, ces auteurs interprètent l'absence des transitions CV chez un patient apraxique comme le résultat de la spécification complète des propriétés du segment qui bloquerait la capacité d'un trait à s'étendre sur d'autres éléments de la séquence.

Une hypothèse alternative est avancée par Varley et collaborateurs (Varley & Whiteside, 1998, 2001). Ces auteurs renvoient à l'hypothèse du syllabaire (Levelt & Wheeldon, 1994) pour postuler que les patients apraxiques auraient perdu - du moins partiellement - la capacité d'accéder à ce lexique phonologique et à en récupérer l'information, ce qui les obligerait à reconstruire les schémas moteurs des mots segment par segment. La reconceptualisation du syndrome par ces auteurs situe l'apraxie de la parole dans une perspective différente : « the characteristics of AOS are symptomatic of secondary compensatory strategies, and not the disorder itself » (Varley & Whiteside, 1998, p. 223). C'est dans cette optique que les auteurs réinterprètent les anomalies observées telles que l'allongement de la durée des segments ou la production du VOT et des erreurs d'assourdissements expliquées par un déficit au niveau de la synchronisation des gestes glottiques et supra-glottique (Archambault & Bergeron, 1990; Blumstein et al., 1980a) : selon Varley et collaborateurs, elles sont une manifestation directe de la difficulté qu'implique pour ces patients l'assemblage séquentiel des segments sous des contraintes temporelles exigeantes et une charge cognitive incrémentée.

Cette hypothèse a des implications sur le choix de la méthode pour la réhabilitation, que Varley et Whiteside²⁵ abordent également (Ballard et al., 2001) : si les patients perdent la capacité d'accès au lexique phonologique (route directe), alors des thérapies promouvant la récupération lexicale seraient à implémenter, tandis qu'un programme ciblant l'apprentissage des programmes moteurs devrait être mis en place s'il s'agit d'un déficit de l'assemblage des segments (route indirecte).

²⁵ L'étude pose par ailleurs des questions sur la structure interne du syllabaire et l'unité du stockage qui sont extensivement débattues. Dans la conception de Varley et Whiteside, la taille de l'unité du stockage est déterminée par la fréquence : aussi bien les mots uni-syllabiques que les séquences du type « ¡Felicitaciones ! » ou même « ¡Vamos tirando » peuvent être stockés dans l'inventaire mental à ce niveau. Ainsi, les unités stockées à ce niveau comportent des mots et des phrases, à condition de que ces unités satisfassent le critère de fréquence. Dans l'expérience de Varley et Whiteside ce sont les mots uni-syllabiques (de haute vs. basse fréquence lexicale) qui sont testés auprès des patients, dans une tâche de répétition. Cette différence méthodologique par rapport à la conception de Levelt fait que les résultats obtenus - les effets significatifs de fréquence lexicale sur les temps de dénomination (*naming latencies*) et les durées - ne peuvent pas être extrapolés sur les syllabes et le syllabaire (cf. Cholin, 2008).

Aichert et Ziegler (2004b) examinent l'hypothèse de la perte d'accès au syllabaire mental chez les patients apraxiques émise par Varley et Whiteside et se proposent d'analyser la structuration interne du syllabaire, un aspect de la théorie qui n'a pas été détaillé par Levelt et Wheeldon. Pour cela, ils émettent les hypothèses suivantes : si les patients ayant perdu l'accès au syllabaire construisent les plans articulatoires en combinant les éléments de façon séquentielle, alors leur production ne sera pas sensible aux effets de fréquence syllabique et par conséquent on trouvera autant d'erreurs dans les syllabes fréquentes que dans les syllabes non-fréquentes, la complexité de la structure syllabique étant par ailleurs contrôlée. Cette hypothèse est testée en fonction de la sévérité du déficit. La deuxième hypothèse prédit que, si l'hypothèse de la syllabe comme unité de stockage est vraie, alors l'encodage phonétique ne devrait pas tenir compte de la structure syllabique. Par conséquent, on s'attendrait à trouver le même nombre d'erreurs (généralement des erreurs de simplification) pour les groupes consonantiques intrasyllabiques (i.e. affectant les éléments constitutifs de la syllabe) que pour les groupes intersyllabiques (i.e. aux frontières intersyllabiques). Inversement, si la complexité syllabique y joue un rôle, on s'attendrait à trouver plus d'erreurs à l'attaque branchante de la syllabe que dans les groupes consonantiques intersyllabiques.

En ce qui concerne la première hypothèse, Aichert et Ziegler trouvent un effet de la fréquence syllabique sur le nombre d'erreurs segmentales dans les deux groupes de patients et une interaction avec la sévérité du déficit : les patients qui présentent un déficit plus léger (« mild apraxia with virtually no aphasia », p.154) font significativement moins d'erreurs sur les syllabes de haute fréquence tandis que les patients avec un déficit plus sévère font des erreurs sur les syllabes aussi bien de haute que de basse fréquence. Mais pour ces patients le ratio d'erreurs est significativement plus élevé pour les syllabes de basse fréquence. Ce résultat est interprété par les auteurs comme indicatif du fait que les patients apraxiques ont gardé l'accès au syllabaire mental puisque leurs erreurs s'avèrent sensibles à la fréquence syllabique. Quant à la deuxième hypothèse, ils trouvent davantage de simplifications de groupes consonantiques en position d'attaque syllabique qu'aux frontières intersyllabiques, ce qui confirme le rôle de la syllabe en tant qu'unité structurelle dans le processus d'encodage phonétique. Considérés dans leur ensemble, les effets de fréquence et les effets de structure syllabique suggèrent que les patients présentant un déficit moteur ne perdent pas l'accès au syllabaire mais que l'information qu'ils en récupèrent est incomplète ou partiellement endommagée. Par ailleurs, les effets de structure syllabique sur le nombre d'erreurs sont interprétés par Aichert et Ziegler comme indicatifs du rôle des éléments constitutifs de la syllabe, tels que les groupes consonantiques en position d'attaque branchante, dans la structuration du lexique mental (syllabaire) et dans le processus d'encodage, ce qui va à l'encontre de l'idée de l'existence de plans syllabiques holistiques. Par conséquent, les résultats d'Aichert et Ziegler sont incompatibles avec l'hypothèse de Varley et Whiteside sur la perturbation du mécanisme de récupération de l'information dans le syllabaire et ne

corroborent pas non plus l'hypothèse de l'encodage phonétique indirect consistant à assembler des unités de façon séquentielle, segment par segment.

Un autre résultat qui va dans le sens de la préservation, chez les patients apraxiques, de la représentation interne de la structure phonétique est rapporté dans Aichert & Ziegler (2008). Leurs résultats obtenus auprès de patients atteints d'AOS montrent que ces patients sont capables d'extrapoler les apprentissages à partir des éléments constitutifs de la syllabe à des unités plus complexes. Un tel résultat est interprété comme indicatif de l'existence d'une représentation compositionnelle de la syllabe et contredit l'hypothèse de la représentation holistique.

Par ailleurs, l'approche gestuelle (Kelso & Tuller, 1981) soutient que le déficit de coordination temporelle est à l'origine des symptômes apraxiques. Il y a environ 60 muscles impliqués dans la production verbale. La coordination de ces muscles exige que leurs mouvements soient regroupés dans des sous-systèmes fonctionnels appelés de structures coordinatrices qui organisent la production de la parole. Les synergies temporelles entre les articulateurs appartenant à une structure demeureraient constantes tandis que l'amplitude du mouvement et les durées absolues seraient affectés par la lésion.

Parmi les symptômes associés à l'aphasie de Broca, la tendance à assourdir les phonèmes occlusifs et fricatifs sonores a été extensivement étudiée. La majorité de ces études concerne le VOT (pour une revue cf. Auzou et al., 2000), qui est le paramètre principal de l'expression de sonorité et, selon la langue, l'aspiration. C'est un fait bien documenté que les rangs des valeurs du VOT varient en fonction de la sonorité et que cette variation ne découle pas de caractéristiques physiques (elle n'est pas mécanique) mais spécifique pour une langue donnée (Auzou et al., 2000; Keating et al., 1981; Lisker & Abramson, 1964) :

In most languages, the VOT values for voiced and voiceless stops are produced in discrete duration ranges that correspond to the voicing categories. That is, the categories of VOT values are separated by a range of times in which no production occurs. This categorization indicates active control for the voiced and voiceless cognates in the timing relationship between the articulatory release and the onset of vocal fold vibration

(Auzou et al., 2000, p. 137)

Par conséquent, les spécifications concernant ce paramètre doivent être codées dans les représentations mentales au niveau de l'encodage phonétique (cf. la partie II de ce chapitre). Il a été rapporté que, quand une erreur est produite, ces productions (erreur et cible) présentent des rangs des valeurs du VOT qui se superposent, c.à.d. présentant des valeurs intermédiaires entre les deux catégories (par exemple Blumstein et al., 1980a; mais cf.

Marczyk, 2009 pour le cas d'un patient qui produit des occlusives assourdis dont les valeurs dépassent le rang des valeurs prévues pour la catégorie occlusives sourdes, angl. *overshoot*).

Le VOT a été également étudié en relation avec d'autres facteurs. Baum & Ryan (1993), par exemple, étudient les relations entre le VOT et le débit de parole pour examiner si les rangs des valeurs de ce paramètre obtenues auprès de patients aphasiques ne sont pas un épiphénomène de la fluidité verbale (qui correspond à la dichotomie aphasie fluides vs non-fluides). Ces auteurs trouvent chez tous les groupes analysés (aphasie fluente, non-fluente et groupe contrôle) des altérations en termes des valeurs du VOT en fonction du débit, comme attendu, mais le contraste entre les consonnes sourdes et sonores est toujours préservé. Ils interprètent ce résultat comme indicatif de la capacité, de la part des sujets aphasiques, à intégrer l'information relative au débit sur le plan de la programmation motrice, bien que cette capacité semble réduite par rapport aux sujets contrôle. Un résultat inattendu de cette étude concerne le groupe des sujets aphasiques fluides : tout en s'adaptant à l'augmentation du débit, ces sujets n'ajustent pas les durées en fonction du point d'articulation ou de la sonorité, contrairement aux deux autres groupes. Selon Baum et Ryan ce résultat suggère que les patients atteints d'aphasie fluente semblent ne pas tenir compte du fait que les consonnes présentant de longues durées de VOT permettent plus de variation sans risque de perdre le contraste phonologique, tandis que les consonnes avec les durées moins longues risquent de perdre le contraste si les rangs de variation sont trop amples.

L'étude de Baum et Ryan corrobore les résultats d'une expérience antérieure (McNeil, Liss, Tseng, & Kent, 1990) portant sur les paramètres acoustiques de durée absolue et de trajets des formants vocaliques chez des patients apraxiques et aphasiques de conduction, interprétés par les auteurs comme indiquant que les aphasiques, aussi bien fluides que non-fluides, présentent, à différents degrés, un déficit d'encodage phonétique.

Par ailleurs, d'autres études montrent que certains aspects de l'articulation semblent préservés chez les patients présentant une aphasie de Broca, en dépit du trouble moteur. Baum et al., (1990) et Gandour & Dardarananda (1984) rapportent que ces patients maintiennent les différences de durée de la friction en fonction du point d'articulation ou encore, préservent les différences de durée vocalique en fonction du contexte. Finalement, (Shinn & Blumstein, 1983) montrent que les aspects statiques de la production des consonnes occlusives ne sont pas altérés.

Enfin l'hypothèse a été avancée que, étant donné le déficit de programmation motrice dans l'aphasie motrice, la capacité de reprogrammer l'articulation peut également être perturbée. La reprogrammation motrice a été étudiée extensivement chez les sujets sains en présence d'une perturbation externe mais il existe relativement peu d'études sur les phénomènes de compensation articulaire dans l'aphasie.

Sussman, Marquardt, Hutchinson, & MacNeilage (1986) ont étudié des patients aphasiques dans le cadre du paradigme de *bite block*, qui vise à analyser les phénomènes de compensation face à une entrave externe à l'occlusion produite par une cale mandibulaire. Ils rapportent les résultats qui corroborent l'hypothèse sur la perturbation de la capacité de compensation articulatoire chez les sujets aphasiques de Broca. Pourtant, de nombreuses critiques ont été adressées à cette étude, incluant les aspects méthodologiques et les analyses statistiques (cf. Katz & Baum, 1987).

Les résultats de Kim (1995) et Baum, Kim, & Katz (1997) vont dans le sens contraire : ces auteurs n'ont pas trouvé d'effet de groupe (sujets aphasiques fluents, non-fluents et groupe contrôle) sur la présence de la compensation articulatoire, suggérant que les patients présentant un déficit moteur central préservent la capacité de compensation articulatoire et présentent un comportement verbal similaire à celui des aphasiques fluents et des sujets normaux. Kim (1995) rapporte en outre que, même chez les sujets contrôle, la compensation n'est pas immédiate ou complète.

Aphasie de conduction

L'aphasie de conduction s'inscrit dans le groupe des aphasies affectant le pôle expressif du langage. Le déficit de la production verbale se manifeste de manière prédominante dans la tâche de répétition sans compromettre la compréhension auditive et écrite (Dubois, Hécaen, Angelergues, Mauffras du Chatelier, & Marcie, 1964; Goodglass, 1992; Hécaen, 1972; Kohn & Smith, 1990; Kohn, 1984a). Quant au débit élocutoire, ce syndrome est considéré fluent, à mi-chemin entre l'aphasie de Broca et l'aphasie de Wernicke. La présence de nombreuses paraphasies phonémiques, en particulier de métathèses impliquant la transposition de segments dans la trame métrique, et de tentatives répétées de rectification ("conduites d'approche" Goodglass, 1992; Joannette, Keller, & Lecours, 1980) constituent des caractéristiques distinctives de ce déficit. Les paraphasies peuvent apparaître dans toutes les modalités (aussi bien dans le discours spontané et la lecture que dans la répétition) et ainsi contribuer, conjointement avec le manque du mot et en fonction de la sévérité du déficit, à ralentir le débit de parole et la rendre hésitante. Les troubles articulatoires ne sont pas observés dans ce syndrome.

Le terme « conduction » est dû à Carl Wernicke (1874). Le neurologue allemand a émis l'hypothèse selon laquelle la destruction du faisceau arqué qui relie l'aire de Broca, responsable de la programmation motrice de la parole, et l'aire Wernicke, se situant dans la partie supérieure du lobe temporal gauche et responsable de la compréhension des informations auditives et visuelles, aboutirait à une forme d'aphasie dans laquelle les patients seraient capables d'émettre et de comprendre les mots mais ne seraient plus capables de les répéter, dans la mesure où cette tâche implique la mise en relation des deux

aires cérébrales : motrice et sensorielle. La théorie est connue aujourd'hui sous le nom du modèle de Wernicke-Lichtheim (cf. aussi chapitre 1), du nom du neurologue qui a été le premier à corroborer la prédiction de Wernicke en situation clinique.

Le caractère non homogène de l'aphasie de conduction a fréquemment été évoqué (Ardila, 2010b; Blumstein et al., 1980a; Kohn, 1992; Shallice & Warrington, 1977b entre autres). En ce qui concerne les corrélats neuro-anatomiques, la majorité de chercheurs convergent pour situer le site lésionnel entraînant l'aphasie de conduction dans le gyrus temporal supérieur gauche et /ou le gyrus supramarginal gauche (Baldo & Dronkers, 2006), qui peut inclure les fibres du faisceau arqué, sans que pour autant une affectation de ce dernier soit une condition indispensable (Dronkers, 2000). En revanche, il existe des divergences quant aux conséquences fonctionnelles (i.e. cognitives) de la lésion. Les positions théoriques existantes mettent en exergue divers aspects du syndrome en attribuant la symptomatologie clinique à des mécanismes différents : à une déconnection des circuits reliant la compréhension du langage et la programmation motrice de la parole (Geschwind, 1965; Mendez & Benson, 1975), à des troubles mnésiques (Heilman, Scholes, & Watson, 1976; Saffran & Marin, 1975; Shallice & Butterworth, 1977; Shallice & Warrington, 1970, 1977a; Warrington & Shallice, 1969), à un déficit de l'encodage phonologique impliquant des mécanismes de sériation et de synthèse (Butterworth, 1992; Kohn, 1984b; Maas, Gutiérrez, & Ballard, 2014; Strub & Gardner, 1974) ou encore à une disruption des mécanismes de « inner speech » (Dubois et al., 1964; Feinberg, Gonzalez Rothi, & Heilman, 1986; Goldstein, 1948). Nous allons ci-après synthétiser les arguments principaux de ces positions théoriques.

L'hypothèse de la déconnexion, reprise par Geschwind (1965), s'appuie sur des observations anatomiques et met en place une dichotomie entre la lésion des centres du langage et des connexions entre ces centres. Elle postule une interruption de communication entre les systèmes auditif et moteur, dont l'interaction est indispensable pour la production verbale. Selon cette hypothèse, pour produire un mot, le sujet doit tout d'abord récupérer la forme phonologique du mot, activité qui implique l'aire de Wernicke. Ensuite, cette forme est transmise au cortex antérieur, à l'aire de Broca, qui est responsable de la transformation de la forme phonologique en des commandes motrices. Finalement, les commandes motrices passent aux organes articulateurs. L'hypothèse de déconnexion prédit que, étant donné que les zones de Broca et de Wernicke sont intactes et que c'est la communication entre les deux zones qui est endommagée, le trouble chez les patients aphasiques de conduction se manifestera dans la tâche de répétition de manière prédominante sans compromettre la compréhension ni l'articulation.

Bien que les bases anatomiques de l'hypothèse de déconnexion ne soient plus tenables (Hickok et al., 2000), d'autres études s'accordent pour mettre en lumière le rôle de

l'interaction entre les systèmes moteur et sensoriel dans les troubles massifs de la répétition et de l'encodage phonologique. Par exemple, les études au moyen de la technique D.A.F. (angl. *Delayed Auditory Feedback*, fr. décalage temporel) auprès de patients aphasiques de conduction rapportent des résultats qui supportent l'hypothèse de la déconnexion. La méthode consiste à perturber la parole du locuteur en lui renvoyant sa propre voix avec un décalage de 1-10 s. de retard. Des perturbations de la parole sous effet du DAF, observées auprès de sujets sains, constitue une preuve de l'interaction entre le système de la production verbale et le système auditif. Boller et Marcie (1978) observent pourtant que cette technique facilite la production chez des aphasiques de conduction, un résultat qui met en lumière les effets de l'interruption de l'interaction entre les images motrices et sensorielles des mots.

Goldstein (1948) se trouve parmi les auteurs qui ont rejeté le modèle de Wernicke-Lichtheim. En se basant sur une dichotomie entre le langage intérieur et extérieur (la parole émise), il a postulé que l'aphasie de conduction implique une perturbation de la parole intérieure (angl. *inner speech*). La parole intérieure renvoie à la capacité du sujet à se parler à lui-même, c.à.d. à activer des représentations des images auditivo-articulatoires sans émettre le moindre son. L'hypothèse de Goldstein prédit que si la lésion fonctionnelle affecte la parole intérieure, alors les erreurs – des paraphasies phonémiques - se manifesteront dans toutes les modalités du discours. Par conséquent, Goldstein propose de remplacer le terme d'aphasie de conduction – qui pour lui constitue un syndrome plus complexe que ce que l'on croyait initialement – par celui d'aphasie centrale sensorielle. Il en propose une description qui distingue quatre symptômes majeurs : une réticence à s'engager dans la communication orale causée par la difficulté et l'effort qu'implique la tâche de contrôler les erreurs, un léger déficit de la compréhension, un manque du mot et un trouble de la répétition (Henderson, 1992).

Warrington et Shallice (Shallice & Warrington, 1977a; Warrington & Shallice, 1969) suggèrent que les erreurs observées dans le contexte de l'aphasie de conduction surviennent suite à un déficit primaire de la mémoire auditive à court-terme. Ces auteurs distinguent deux types d'aphasie de conduction (de reproduction et de répétition) et postulent que le déficit mnésique est responsable des erreurs au moins dans un des sous-types. L'aphasie de type reproduction est caractérisée par une difficulté à reproduire des mots isolés, cette activité étant vulnérable aux effets de longueur des mots et de fréquence lexicale (i.e. entraînant davantage d'erreurs pour les mots plus longs et moins fréquents). L'aphasie de type répétition résulte directement d'une atteinte de la mémoire à court terme et se manifeste dans les tâches qui impliquent la mémoire tampon phonologique responsable du stockage temporaire de l'information qui constitue une interface entre la mémoire à long terme (sémantique), l'action et la perception. L'hypothèse de Warrington et Shallice sur la perturbation de la mémoire phonologique chez les aphasiques de conduction est

généralement retenue (Baldo & Dronkers, 2006; Buchsbaum et al., 2011; Caramazza, Basili, Koller, & Berndt, 1981; Friedrich, Glenn, & Marin, 1984; Saffran & Marin, 1975 entre autres) bien que d'autres résultats obligent à nuancer l'hypothèse mnésique. Par exemple, les aphasiques de conduction présentant un trouble de la mémoire opérative retiennent la signification du mot dont la forme phonologique leur échappe (Saffran & Marin, 1975) et peuvent paraphraser les expressions qu'ils ne peuvent pas répéter (Baldo, Klosterman, & Dronkers, 2008; Butterworth, Campbell, & Howard, 1986), ce qui pourrait indiquer l'usage de stratégies palliatives (telle que l'usage de voies alternatives reliant la mémoire à long terme et la mémoire opérative). Par ailleurs, la présence de conduites d'approche (cf. supra) qui gardent une ressemblance avec le mot-cible suggère également qu'au moins certains aspects de la mémoire à court-terme doivent être préservés.

Finalement, d'autres chercheurs conçoivent l'aphasie de conduction comme un déficit impliquant la perturbation de mécanismes linguistiques, plus spécifiquement les mécanismes de l'encodage phonologique du niveau post-lexical (Butterworth, 1992; Kohn, 1984b; Maas, Gutiérrez, & Ballard, 2014; Strub & Gardner, 1974). Rappelons que l'encodage phonologique à ce niveau se déroule en une série d'étapes (selon le modèle de Levelt, cf. la partie I de ce chapitre) : il commence par la récupération de la forme phonologique du mot de la mémoire sémantique et de l'information associée spécifiant les segments, le nombre de syllabes et leur structure, et le patron accentuel. L'information concernant les segments et celle relative aux aspects métriques et syllabiques sont stockées séparément et associées au cours de l'encodage à l'étape subséquente. Cette étape est souvent rapportée dans la littérature comme une opération de « slot and filler » (Buckingham, 1986; Shattuck-Hufnagel, 1979). Le processus d'association opère de gauche à droite, c.à.d. de l'attaque vers la coda syllabique. Certains chercheurs postulent l'existence d'un mécanisme de contrôle (angl. *monitoring*) de l'opération de l'association des segments dans la trame (Shattuck-Hufnagel, 1979) et qui empêche d'utiliser deux fois le même segment. La dernière étape consiste à récupérer les plans moteurs pour les syllabes fréquentes ou à combiner les programmes moteurs pour les segments moyennant des règles.

De nombreux chercheurs convergent pour attribuer le déficit dans l'aphasie de conduction à une perturbation de l'ordonnement des phonèmes dans la trame métrique : « breakdown at the level of organising phonemic strings » (Kohn, 1988) ; « disruption of serial ordering mechanism » (Nespoulous, Joannette, Béland, Caplan, & Lecours, 1984), « processing, synthesis and ordering of phonemes » (Strub & Gardner, 1974). Strub and Gardner signalent en même temps qu'une perturbation linguistique (phonologique) et mnésique peuvent coexister.

Les chercheurs se sont également intéressés à comparer les paraphasies phonémiques observables dans le contexte de l'aphasie de conduction à celles dans d'autres contextes aphasiques, en particulier dans l'aphasie de Broca et de Wernicke (Blumstein, 1973; Canter, Trost, & Burns, 1985; Galluzzi, Bureca, Romani, & Guariglia, 2015; Monoi, Fukusako, Itoh, & Sasanuma, 1983; Romani, Olson, Semenza, et al., 2002). La prémisse qui a guidé des recherches dans ce domaine pose que les mécanismes sous-jacents de ces erreurs sont différents en dépit des similitudes dans la forme des erreurs. Les résultats de ces études sont divergents. Dans une des premières études comparatives, Blumstein a mené à terme une analyse phonologique dans le cadre de la théorie de la marque de Jakobson sur une production de trois groupes de sujets (Broca, conduction et Wernicke). Elle n'a pas trouvé de différences en termes de types d'erreurs dans les groupes aphasiques. En outre, ses analyses ont mis en évidence des tendances universelles, par exemple dans les substitutions des phonèmes impliquant un trait phonologique, chez tous les groupes cliniques. Ce résultat est compatible avec l'hypothèse de Dell (cf. la partie I de ce chapitre) sur une origine unique des paraphasies phonémiques. D'autres études postérieures à celle de Blumstein (Canter et al., 1985; Galluzzi et al., 2015; Monoi et al., 1983; Romani, Olson, Semenza, et al., 2002) rapportent pourtant l'existence des distributions différentielles des erreurs en fonction du groupe clinique, et mettent en évidence davantage d'erreurs de métathèse et de substitutions impliquant plus d'un trait phonologique chez les aphasiques de conduction que chez les aphasiques de Broca.

Récapitulation

Dans le Tableau 11, nous synthétisons les caractéristiques principales des aphasies de Broca et de conduction évoquées dans les paragraphes précédents.

Type d'aphasie	Autres noms	Site lésionnel	Composante(s) affectée(s)	Principaux symptômes	Hypothèses sur le déterminisme sous-jacent
Aphasie de Broca	apraxie verbale, aphasie d'expression, aphasie motrice corticale, aphasie motrice efférente, syndrome de désintégration phonétique, apraxie de la parole, aphasie motrice...	aire de Broca (3ème circonvolution frontale), aires 44 et 45 de Brodmann, ou autre	encodage phonétique	débit faible, discours non-fluent avec pauses et hésitations, accompagné du manque du mot, paraphasies phonémiques et phonétiques avec ou sans trouble arthrique associé, tendances préférentielles dans les transformations phonémiques, altérations de la prosodie, défaut d'initiation de la parole, agrammatisme, compréhension orale globalement préservée, compréhension des mots grammaticaux peut être altérée, conscience des difficultés, possible apraxie bucco-faciale avec dissociation automatico-volontaire	déficit de la programmation motrice, problème d'accès au lexique mental au niveau phonétique
Aphasie de conduction	syndrome phonologique, déficit de répétition,	faisceau arqué qui relie l'aire de Broca et l'aire de Wernicke les deux zones étant intactes, autres	encodage phonologique (sélection phonémique et ordonnancement des phonèmes)	débit de parole normale ou ralenti à cause des hésitations et des conduites d'approche (autocorrections), conscience du trouble phonologique (conduites d'approche), nombreuses transformations segmentales (paraphasies phonémiques) en particulier dans la tâche de répétition, grande variabilité des performances, difficultés pour répétition des logatomes, souvent manque du mot, absence de troubles arthriques (phonétiques), compréhension orale et écrite bonne de l'aphasie de Wernicke	déficit phonologique; déficit de la mémoire tampon phonologique, tableau évolutif

TABLEAU 11 Synthèse des caractéristiques principales des aphasies de Broca et de conduction

Synthèse

Cette partie porte sur les déficits linguistiques affectant la composante phonéto-phonologique, consécutif à l'aphasie.

Dans la première partie, nous avons introduit le concept de déficit linguistique et nous avons passé en revue les propositions de classification du déficit linguistique d'origine aphasique sur la base de critères linguistiques.

Dans la deuxième partie nous nous sommes concentrée sur deux types d'aphasie qui se caractérisent par une altération de la composante phonéto-phonologique : l'aphasie de Broca et l'aphasie de conduction. Nous avons présenté la symptomatologie associée à ces tableaux cliniques et les hypothèses sur les mécanismes pathogènes responsables des erreurs.

PARTIE II

METHODOLOGIE EXPERIMENTALE

OBJECTIFS ET HYPOTHESES

Objectifs

L'objectif global de la présente étude est de contribuer à une meilleure compréhension des déficits de la composante phonético-phonologique dans l'aphasie et d'établir un classement différentiel des aphasies en fonction des troubles s'articulant sur l'axe phonétique-phonologie. L'objectif principal consiste à déterminer à quel niveau du traitement du langage surgissent les erreurs de la réalisation phonique des mots – phonologique et/ou phonétique –, en particulier en ce qui concerne les erreurs perçues comme des substitutions consonantiques²⁶, observables aussi bien dans le contexte des aphasies non-fluents (de Broca) que des aphasies fluentes (p. ex. de conduction).

Prémisse

Notre étude s'inscrit dans le cadre transformationnel sériel exemplifié par le modèle de Levelt (cf. chapitre 1). En accord avec les postulats de ce modèle, la prémisse majeure de notre raisonnement est qu'il existe deux niveaux de traitement séparés, l'un correspondant à l'encodage phonologique et l'autre à l'encodage phonétique, dont la structure interne est nécessairement différente. Cela implique essentiellement trois choses : qu'elle s'exprime moyennant des termes différents (c.à.d. qu'elle soit qualitativement différente) (1), que les opérations et les unités qui y participent soient différentes (2) et que les règles ou les

²⁶ Dans ce travail nous regroupons sous le terme de "substitution consonantique" toutes les erreurs de déformation, transformation ou substitution proprement dite qui sont perçues par l'interlocuteur comme des réalisations d'un phonème différent du phonème-cible, quel que soit l'origine de ces erreurs dans l'architecture cognitive du langage

contraintes qui s’y appliquent soit propres à chacune d’elles (3). En effet, il faut que cette différence soit mesurable moyennant une expérience empirique afin que le modèle théorique obéisse à l’exigence de la réfutabilité (Popper, 1963).

Hypothèses générales

Suite à la révision bibliographique présentée dans le chapitre théorique, nous avançons l’hypothèse selon laquelle les déficits dans les deux groupes de sujets aphasiques surviennent à deux étapes de traitement différentes : celui des sujets aphasiques de Broca surgit pendant l’encodage phonétique et celui du groupe aphasique de conduction à l’étape de l’encodage phonologique, en particulier au niveau de la sélection phonémique. En accord avec cette hypothèse, et dans la lignée des travaux récents dans le domaine (Baqué et al., 2015; Baqué, 2004; Nespoulous et al., 2013; Romani & Galluzzi, 2005; Romani, Olson, Semenza, et al., 2002 entre autres), l’examen des erreurs permettra de mettre en évidence une distribution différentielle des déviations en fonction du tableau clinique. Nous nous attendons d’un côté à observer des tendances préférentielles dans les erreurs des sujets présentant un trouble phonétique (i.e. aphasiques de Broca) qui iront dans le sens de la simplification de la structure syllabique, tandis que les erreurs observées dans le contexte de l’aphasie de conduction se caractériseront par une variabilité plus grande, elles seront moins sensibles à des facteurs tels que la structure syllabique ou la complexité articulatoire du son à produire et elles s’articuleront sur l’axe syntagmatique.

Dans la même logique, nous souhaitons tester l’hypothèse selon laquelle les mécanismes responsables de ces erreurs de substitution consonantique observables dans les deux groupes cliniques – qui se ressemblent en surface –, se situent également à des étapes de traitement différentes : celle de la programmation phonétique chez les aphasiques non fluents et celle de la sélection phonémique chez les aphasiques de conduction.

Objet d’étude

Les erreurs qui nous intéressent dans le présent travail surgissent à un des niveaux postérieurs à la sélection des lemma : au niveau de l’encodage phonologique, au niveau phonétique ou encore à l’interface entre ces deux niveaux-là²⁷. Nous avons exclus de nos analyses les erreurs qui surviennent à une des étapes antérieures telles que les paraphasies verbales, les approches synonymiques, les changements de catégorie grammaticale, etc., et

²⁷ Nous supposons que le sujet utilise la voie lexicale pour accéder à la forme du mot, c.à.d. que le sujet a l’accès au sens du mot. Le patient peut cependant utiliser la voie non lexicale, comme dans la répétition des logatomes, qui ne passe pas par le lexique et le sens pourrait ne pas lui être accessible. Dans ce cas-là, nous ne pourrions pas parler d’erreurs post-lexicales.

ne retiendrons que des erreurs résultant en une altération de la forme sonore du mot. Parmi ces erreurs, nous nous intéressons principalement à celles qui affectent la forme sonore des mots au niveau segmental. A ce groupe d'erreurs appartiennent :

- Substitutions segmentales
 - Impliquant une distance interphonémique 1 (par exemple « pata », fr. patte, et « bata », fr. peignoir où les deux mots se distinguent par un seul trait phonologique : le voisement)
 - Impliquant plus d'un trait phonologique (par exemple « pato », fr. canard et « gato », fr. chat, impliquant un changement associé au voisement et au point d'articulation)
- Omissions phonémiques (élisions) impliquant un changement de structure syllabique
- Additions d'un segment (épenèses) qui entraînent un changement de structure syllabique.

Variables indépendantes de l'étude

La révision bibliographique présentée dans la partie I a permis de dégager les facteurs susceptibles d'avoir une incidence sur la probabilité d'observer une erreur (de différents types) et sur les caractéristiques acoustiques des consonnes espagnoles correctes et incorrectes. Ci-après nous présentons les hypothèses qui sous-tendent le choix des variables indépendantes de l'étude.

Pathologie

Les études existantes convergent pour associer l'aphasie de Broca à un déficit phonétique. En ce qui concerne l'aphasie fluente de conduction, traditionnellement, on attribue les troubles observés dans ce tableau clinique aux mécanismes d'encodage phonologique antérieur au traitement phonétique. Il existe pourtant des études qui rapportent l'existence d'anomalies phonétiques subtiles chez les patients aphasiques fluents, dont les sujets aphasiques de conduction. Afin de tester l'hypothèse sur la nature différentielle des troubles se rapportant à la composante phonético-phonologique en fonction du tableau clinique, nous avons sélectionné deux groupes de sujets : des sujets aphasiques de Broca et des sujets aphasiques de conduction. Dans le souci de le souci de comparer la parole déviante des sujets pathologiques à des données normatives obtenues dans les mêmes conditions et qui tiennent compte de mêmes paramètres, nous avons créé une base de données acoustiques

de parole non pathologique, en enregistrant un groupe contrôle. La description du processus de sélection des sujets pour cette étude ainsi que la description de leurs caractéristiques est présenté dans la partie relative aux sujets dans ce même chapitre.

Tâche

La révision bibliographique a mis en évidence que les capacités verbales des patients aphasiques dépendent de la tâche à effectuer selon le tableau clinique. En particulier, de nombreux auteurs mettent en relief la difficulté des aphasiques de conduction dans la tâche de répétition, ce qui serait en relation avec un trouble mnésique qui fait partie de la symptomatologie d'un des profils cliniques de ce syndrome. Ainsi, deux modalités ont été retenues pour cette étude : la lecture et la répétition²⁸.

Consonne cible

L'objectif de notre étude étant d'examiner les substitutions consonantiques associées au changement de catégorie de sonorité et de mode d'articulation, nous avons choisi les consonnes de l'espagnol qui s'opposent par ces deux traits. Ce sont les consonnes suivantes :

- Les fricatives /f, s, θ, x/ ;
- Les occlusives sourdes /p, t, k, / et sonores /b, d, g/ ;
- L'affriquée /tʃ/.

Contexte phonique

Le contexte phonique est responsable de la variation allophonique dans la production verbale. En espagnol les occlusives sonores sont réalisées comme [-continu] en position initiale et post-nasale ou comme [+continu] en position intervocalique. En outre, les règles phonologiques opèrent sur les catégories phonémiques en fonction du contexte phonétique (plutôt qu'au sein de la syllabe), par exemple la fréquente assimilation du point d'articulation des phonèmes consonantiques en fonction de la consonne suivante, appartenant à l'attaque syllabique subséquente, observé en parole spontanée, par exemple dans *afta* -> /atta/, *capta* -> /katta/. Il est donc impératif d'examiner l'effet de cette

²⁸ Malgré l'intérêt indiscutable du discours spontané, cette modalité a du être exclue de notre protocole car elle ne permet pas le contrôle précis des réponses, l'identification de la réponse par rapport au stimulus ni l'obtention des données incluant tous les contextes phoniques que nous souhaitons étudier.

variable sur l'implémentation des traits phonologiques et sur les caractéristiques acoustiques des productions consonantiques recueillies auprès des sujets de notre étude.

Par ailleurs, les études existantes sur l'aphasie convergent pour affirmer l'existence d'une difficulté particulière des sujets apraxiques (aphasie de Broca) pour initier la parole. C'est dans le contexte initial absolu (post-pausal) que les chances d'observer une erreur d'assourdissement seraient les plus élevées.

Structure syllabique

Tout d'abord, la structure syllabique sert de domaine pour les contraintes sur l'ordonnement des phonèmes. La syllabe est également le siège des phénomènes accentuels et l'objet des opérations phonologiques. Les études récentes sur la réalisation phonétique des traits phonologiques en espagnol mettent en lumière que l'implémentation phonétique dépend de la position dans la structure syllabique, par exemple, la réduction phonétique est plus souvent observée en position de coda syllabique qu'en attaque syllabique.

Outre le contexte phonique, de nombreuses études mettent en évidence des effets de la structure syllabique sur le taux d'erreurs. Les groupes consonantiques en attaque et en coda syllabique sont particulièrement vulnérables dans l'aphasie, et la simplification de la structure syllabique est parmi les erreurs les plus fréquentes dans ces contextes syllabiques. Par ailleurs, en ce qui concerne les erreurs de métathèse, qui font partie du tableau symptomatologique des aphasies fluentes, les auteurs convergent pour dire que ces erreurs respectent généralement la structure syllabique.

Accent

L'encodage segmental et métrique correspondent à deux processus séparés et il est possible d'observer cette dissociation chez des patients aphasiques. Les études existantes concernant l'effet de l'accent sur le taux d'erreurs aphasiques convergent pour dire que les syllabes accentuées sont davantage préservées que les syllabes atones. Ces dernières sont souvent omises. Il n'existe pas à notre connaissance d'études examinant l'effet de l'accent sur les erreurs de substitution. Sur le plan acoustique, la syllabe porteuse de l'accent se caractérise par des variations de durée, d'intensité et de qualité vocalique. Les consonnes cible prononcées sous l'accent seraient plus saillantes que les consonnes en syllabes atones, ce qui aurait en premier lieu une incidence sur leurs valeurs temporelles. Nous nous attendons

à ce que les sons produits en contexte accentué soient globalement plus intelligibles et mieux préservés que ceux qui apparaissent en contexte atone.

Fréquence lexicale

L'effet de la fréquence lexicale sur la production verbale chez des sujets sains et aphasiques semble indéniable. Les mots les plus fréquents sont plus faciles à produire et entraînent moins d'erreurs de tous types. Par ailleurs, dans les modèles sériels il existe des contraintes sur la portée de cet effet. En effet, dans ce type d'architectures, la fréquence lexicale influence la production à l'étape lexicale, c.à.d. celle de la sélection des lemma, mais elle ne devrait pas affecter les étapes postérieures du traitement, tels que l'encodage phonologique et phonétique. En accord avec le cadre sériel dans lequel s'inscrivent nos hypothèses, nous ne nous attendons pas à observer d'effets de cette variable auprès des patients aphasiques de Broca et de conduction qui participent dans cette étude.

Fréquence syllabique

A partir de la publication de l'étude de Levelt et Wheeldon (1994), les effets de la fréquence syllabique ont occupé une place centrale dans les études sur la parole apraxique. Il est suggéré que le syllabaire se trouve à l'interface entre l'encodage phonologique et phonétique, avant l'implémentation articulatoire, précisément à l'étape qui est supposée atteinte dans l'apraxie de parole (aphasie de Broca). Une hypothèse a été avancée selon laquelle le déficit chez les patients apraxiques se situe au niveau de l'accès au syllabaire et oblige ces patients à utiliser une route alternative qui consiste à ressembler les segments phonémiques au vol, ce qui est plus long et cognitivement plus coûteux.

Par ailleurs, les études en linguistique, particulièrement dans le cadre de la phonologie basée sur l'usage, affirment que la fréquence influence l'implémentation phonétique (par exemple la réduction phonétique) et par conséquent, les caractéristiques acoustiques.

A notre connaissance, les effets de la fréquence syllabique sur la production apraxique et les caractéristiques acoustiques en espagnol n'ont pas été étudiés jusqu'à présent. Afin de tester ces effets chez les sujets aphasiques de Broca et de conduction, nous reprenons l'hypothèse sur la difficulté des sujets aphasiques de Broca d'accès au lexique mental opérant à l'interface entre le domaine phonologique et phonétique (Aichert & Ziegler, 2008; Ballard et al., 2001; Varley et al., 2006; Varley & Whiteside, 1998), tout en précisant, d'après Levelt et Wheeldon (1994) que ce lexique contient les syllabes fréquentes, nous nous attendons à ne pas observer d'effet de la fréquence syllabique sur la probabilité d'apparition d'une

erreur de substitution consonantique chez ces sujets aphasiques de Broca. En ce qui concerne les sujets aphasiques de conduction, présentant un déficit au niveau de la sélection phonémique et d'ordonnement des segments dans la trame du mot, nous prédisons que les erreurs observés dans la parole de ces sujets ne seront pas sensibles aux effets de la fréquence syllabique, qui intervient à une étape postérieure. Par ailleurs, nous nous attendons à observer dans la production correcte de tous les groupes de sujets analysés des valeurs de certains paramètres, comme par exemple la durée segmentale, réduites dans les syllabes plus fréquentes par rapport aux moins fréquentes.

Variables dépendantes de l'étude

Taux et type d'erreurs

Etant donnés nos objectifs, nous nous intéressons de prime abord à la distribution des erreurs en fonction de la pathologie et d'autres variables indépendantes de l'étude. La probabilité d'observer une erreur d'un certain type dépendra de l'interaction entre la pathologie et les variables indépendantes évoquées ci-avant telles que l'accent, la tâche, la structure syllabique, la fréquence syllabique ou le contexte phonique.

En ce qui concerne le groupe Broca, nous nous attendons à observer davantage d'erreurs d'omission résultant en une simplification de la structure syllabique (portant en particulier sur les groupes consonantiques) que chez les aphasiques de conduction. Etant donné leur trouble pour initier la parole, nous nous attendons également à observer davantage d'erreurs en position initiale du mot. En ce qui concerne les erreurs de substitutions, nous devrions être en mesure d'observer des tendances préférentielles, en particulier, une tendance à l'assourdissement résultant de la difficulté de programmation des gestes articulatoires appartenant à deux systèmes articulatoires indépendants. En revanche, nous devrions observer peu d'erreurs résultant de la difficulté d'ordonnement séquentiel des phonèmes qui a lieu à l'étape phonologique. En ce qui concerne les erreurs d'addition, si ces erreurs résultent en création de groupes consonantique, nous ne nous attendons pas à les observer fréquemment dans la parole des aphasiques de Broca. Par contre, il devrait être possible d'observer des additions là où les patients peuvent chercher un appui articulatoire, par exemple en attaque syllabique des syllabes composées d'une voyelle (une erreur d'addition dans un tel contexte pourra être une manifestation d'une tendance à produire des structures syllabiques CV). Les erreurs dans ce groupe clinique ne devraient pas être sensibles à la tâche et on devrait les retrouver aussi bien en lecture qu'en répétition.

En ce qui concerne le groupe aphasique de conduction, nous nous attendons à observer davantage d'erreurs résultant d'un problème de séquentiation de phonèmes. Quant aux substitutions consonantiques, selon notre hypothèse, nous devrions être en mesure d'observer une variabilité plus grande sans tendances préférentielles (des erreurs d'assourdissement et des sonorisations). Les aphasiques de conduction devraient être moins sensibles aux variables affectant le traitement verbal de bas niveau (telles que la structure syllabique ou la fréquence syllabique). Les erreurs d'omission devraient coexister avec les erreurs d'addition.

Paramétrisation acoustique

Nous souhaitons finalement tester notre hypothèse concernant les différents mécanismes sous-jacents responsables des remplacements sur la base de l'examen acoustique qui nous permettra de comparer les caractéristiques acoustiques des substitutions avec celles des productions correctes, dans la situation où les deux ont été perçues par l'interlocuteur comme étant semblables.

Dans le but d'identifier la nature sous-jacente responsable des erreurs de substitution consonantique produites par deux groupes de patients aphasiques, nous nous proposons d'analyser les aspects acoustiques de la production de ces patients pour en tirer des évidences sur l'existence ou non de modifications systématiques du signal sonore, et de déterminer sur la base de ces différences dans quelle mesure le patient présente un déficit d'ordre plutôt phonétique ou phonologique. Cette méthodologie semble parfaitement adéquate à nos propos étant donné qu'elle "permet d'étudier à la fois les distorsions phonétiques, qui sont généralement exclues de l'analyse phonologique et les transformations segmentales dont on peut déterminer si elles s'accompagnent ou non d'une modification des paramètres acoustiques du son produit." (Seron, Jeannerod, & Baron, 1998, p. 367).

Il convient de définir ce que nous allons entendre par une erreur phonétique et une erreur phonologique. Dans la lignée des travaux de Baqué, Nespoulous et collègues (Baqué, 2004; Nespoulous et al., 2013 entre autres), nous partons de l'hypothèse selon laquelle si nos analyses révèlent que les valeurs des paramètres acoustiques des "erreurs" (i.e. des substitutions du son cible) correspondent à celles des productions-type d'un autre phonème dans le système phonético-phonologique idiosyncrasique du patient, alors le siège du déficit se situe au niveau phonologique, i.e. à celui de la planification ou de la sélection des phonèmes. Par contre, si les analyses font apparaître un traitement différencié des deux phonèmes cible qui se manifesterait par l'existence de distinctions systématiques dans le traitement acoustique de ces deux unités – même si le résultat n'est pas auditivement

perceptible -, alors on peut considérer que le phonème a probablement été bien sélectionné et que le déficit se situe essentiellement au niveau phonétique ou de la programmation et exécution motrice des gestes articulatoires.

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Afin de valider ou d'infirmer les hypothèses présentées dans le chapitre précédent, nous avons élaboré un protocole expérimental que nous allons présenter ci-après.

Corpus

Afin d'examiner la composante phonético-phonologique des sujets aphasiques, nous avons utilisé le corpus élaboré pour le projet COGNIFON²⁹ (Baqué et al., 2008). Ce corpus a été élaboré dans le but d'étudier la réalisation phonétique des phonèmes consonantiques de l'espagnol qui s'opposent par les traits de sonorité et de mode d'articulation, dans différents contextes phoniques et accentuels.

Critères présidant à l'élaboration du corpus

L'élaboration de ce corpus a été présidée par un certain nombre de variables que nous détaillons ci-après.

- 1) La consonne cible.

Le choix des consonnes cible a été motivé par l'intérêt pour la réalisation phonétique des traits de sonorité et du mode d'articulation en espagnol dans un nombre de contextes phoniques. En fonction de cet objectif, en ce qui concerne le trait de mode d'articulation, les consonnes fricatives, occlusives, et affriquées ont été choisies. En ce qui concerne le

²⁹ COGNIFON "Evaluación de la producción y percepción fónica por parte de pacientes con patologías del lenguaje: descripción lingüística y cognitiva. Proyecto I+D+i HUM2006-06582 del Ministerio de Educación y Ciencia (2006-2009). Chercheur principal: Lorraine Baqué

trait de sonorité, en espagnol, le contraste de sonorité oppose les occlusives sonores et sourdes en position initiale post-pausale et suivie d'une consonne nasale. Par contre, les réalisations allophoniques [s] et [z] ne sont pas contrastives ou pertinents du point de vue phonologique.

2) Le contexte phonique.

Les positions suivantes ont été considérées : la position initiale absolue (post-pausale), la position médiane et la position finale. Les positions initiales incluent l'attaque simple et l'attaque branchante avec /l/ et /r/. Les positions médianes incluent les contextes intervocaliques, postvocaliques pré-consonantiques et post-consonantiques (pré-vocaliques).

En ce qui concerne la structure syllabique, la position initiale correspond toujours à l'attaque syllabique (#-V, #-lV, #-rV) et la position finale à la coda syllabique ((C)V-#). En revanche, quant à la position médiane, les cas de figure suivants sont distingués :

- La consonne cible en contexte intervocalique (V-V) correspond toujours à l'attaque syllabique de la syllabe à structure CV (p. ex. *baba*) ou à structure CVC (p. ex. *bajar*);
- La consonne cible en contexte postvocalique pré-consonantique (V-C) correspond toujours à la coda syllabique des syllabes à structure CVC (p.ex. *adaptar*), VC (p.ex. *azteca*) et CrVC (p.ex. *frasco*) ;
- La consonne cible en contexte post-consonantique (C-V) correspond à l'attaque syllabique des syllabes à structure CV (p.ex. *afra*) et CVC (p. ex. *gastar*).

Le Tableau 12 résume les correspondances entre le contexte phonétique et la structure syllabique.

TABLEAU

		Structure syllabique						
		CV	CrV	CIV	CVC	VC	CrVC	CIVC
Contexte	#-V	X			X			
	V-V	X			X			
	C-V	X			X			
	V-C				X	X	X	
	V-#				X			
	#-lV			X				X
	#-rV		X				X	

TABLEAU 12 Correspondances entre la structure syllabique et le contexte phonique

3) L'accent

Pour chaque consonne cible deux positions accentuelles ont été prises en considération : en syllabe accentuée et en syllabe non-accentuée (p. ex. /s/ dans *gastar* et dans *gasta*).

Les critères de l'élaboration du corpus sont synthétisés dans le Tableau 13.

TABLEAU

Mode d'articulation	Sonorité	Phonème cible	Contextes possibles	Accent
Occlusif	Sourde	/p/, /t/, /k/	#-V, #-rV, #-IV, V-V, V-C, C-V	oui non
	Sonore	/b/, /d/, /g/	#-V, #-rV, #-IV, V-V, V-C, C-V	oui non
Fricatif	Sourde	/f/, /s/, /θ /, /x/	#-V, #-rV, #-IV, V-V, V-C, C-V, V-#	oui non
	Sonore			
Affriquée	Sourde	/tʃ/	#-V, V-V	oui non
	Sonore			

TABLEAU 13 Critères qui ont présidés l'élaboration du corpus

Stimuli

A l'étape suivante, un inventaire de mots espagnols en fonction des critères présentés ci-avant a été créé. Les mots appartiennent à différentes classes grammaticales : noms, verbes conjugués ou à l'infinitif, adjectifs et adverbes. Ces sont des mots bi-syllabiques ou trisyllabique, bien que il existe 7 exceptions à cette règle :

- 2 mots unisyllabiques (*boj*, *faʒ*)
- 4 mots tétrasyllabiques (*practicante*, *brazalete*, *dramático*, *administrar*)
- 1 mot pentasyllabique (*desfavorable*)

Le corpus final contient au total 340 items lexicaux. Trois occurrences de chaque consonne cible apparaît dans chacun des contextes considérés. Les Tableaux présentant les stimuli utilisés sont donnés dans les annexes.

Adaptation du corpus

Dans le corpus que nous venons de décrire certaines variables qui nous intéressaient n'ont pas été prises en compte. Cela concerne les variables de la fréquence lexicale et de la fréquence syllabique, qui ont été calculées à posteriori pour les items du corpus existant.

Fréquence lexicale

Dans le corpus, dont l'objectif principal était d'analyser le versant phonique de la langue espagnole, il se trouve des mots fréquents (p. ex. *trabajo*, fr. travail) et peu fréquents (p. ex. *boj*, fr. buis), des noms propres (*Zamora*, *Magdalena*) et des noms communs. La fréquence lexicale des items a été calculée à partir de la base de données de 81.323 mots de l'espagnol péninsulaire sur un échantillon de 2.000.000 de mots écrits (tokens), créée par Alameda et Cuetos (1995) et accessible en ligne. En premier lieu nous avons attribué à chaque mot du corpus sa fréquence correspondante. Ces valeurs se situent entre des valeurs d'apparition dans l'échantillon allant de 1 à 702, avec une valeur moyenne de 47.06. Nous avons ensuite classé ces valeurs en 4 groupes :

- Premier quartile : les items les moins fréquents
- Deuxième quartile: les items de fréquence comprise entre 26% et 50%
- Troisième quartile : les items de fréquence comprise entre le 51% et 75%
- Quatrième quartile : les items les plus fréquents

Le Tableau 14 présente la distribution des consonnes cible en fonction de la fréquence lexicale.

		Fréquence lexicale				
		0-25%	25-50%	50-75%	75-100%	Total
Consonne cible	p	6	12	12	11	41
	t	5	4	9	11	29
	k	9	11	10	6	36
	b	5	7	7	4	23
	d	5	5	10	4	24
	g	14	6	7	5	32
	f	6	5	5	6	22
	s	9	4	3	9	25
	θ	9	4	5	4	22
	x	3	6	4	3	16
	tʃ	4	2	3	1	10
Total		75	66	75	64	280

TABLEAU 14 La distribution des consonnes cible en fonction de la fréquence lexicale.

Fréquence syllabique

Afin d'assigner une valeur de fréquence syllabique aux syllabes contenant la consonne cible, nous nous sommes basée sur le dictionnaire des fréquences syllabiques en ligne créé par Duñabeitia et collègues (Duñabeitia et al., 2010). Le SYLLABARIUM se base sur le lexique B-PAL (Davis & Perea, 2005) et fournit entre autres le nombre d'occurrences des syllabes (pour l'espagnol et pour le basque) ainsi que des fréquences en fonction de la position dans le mot.

Une fois les syllabes contenant les consonnes cible transcrites, nous avons attribué à chaque syllabe sa fréquence correspondante à partir du SYLLABARIUM. Les valeurs allaient de 1 à 2701 occurrences sur le total de l'échantillon, avec une moyenne de 547.84. Comme pour la procédure concernant la fréquence lexicale, nous avons classé ces valeurs en 4 catégories en fonction de l'appartenance de ces valeurs :

- Premier quartile : les syllabes les moins fréquentes
- Deuxième quartile: les syllabes de fréquence comprise entre 26% et 50%
- Troisième quartile : les syllabes de fréquence comprise entre le 51% et 75%
- Quatrième quartile : les syllabes les plus fréquents

		Fréquence syllabique				
		0-25%	25-50%	50-75%	75-100%	Total
Consonne cible	p	16	8	8	12	44
	t	2	5	8	17	32
	k	10	17	11	6	44
	b	7	5	12	3	27
	d	7	11	2	9	29
	g	17	5	11	2	35
	f	15	4	8	1	28
	s	7	10	5	7	29
	θ	8	6	10	2	26
	x	5	6	8	2	21
	tʃ	1	1	5	4	11
Total		95	78	88	65	326

TABLEAU 15 La distribution des consonnes cible en fonction de la fréquence syllabique

Sujets

Sujets aphasiques

Critères d'inclusion et d'exclusion

Notre étude s'intéresse aux erreurs des aphasiques qui affectent la forme phonique des mots. Par conséquent, la population ciblée par notre expérience comprend des patients sélectionnés en fonction des critères d'inclusion et d'exclusion suivants :

1) Critères d'inclusion :

- Patients présentant des troubles du langage consécutifs à l'aphasie due à l'accident vasculaire cérébral ou à une tumeur ;
- Patients présentant des troubles phoniques - paraphasies phonétiques et/ou phonémiques. Profil compatible avec le tableau clinique de l'aphasie de Broca et de conduction ;
- Compréhension globalement intacte ;
- Age du patient compris entre 18 et 85 ans ;
- Langue maternelle espagnol ou bilingues espagnol-catalan ;

- Patients ayant signé un consentement éclairé pour la participation dans l'expérience.

2) Critères d'exclusion

- Mutisme et sévérité du déficit ne permettant pas au patient d'exécuter les tâches prévues par le protocole expérimental ;
- Atteinte notable des fonctions exécutives, praxiques ou déficience auditive ou visuelle ;
- Autres affections qui peuvent affecter le fonctionnement cognitif ;
- Difficultés de la lecture dues à un niveau socioculturel bas ou à une cause pathologique ;
- Patients n'ayant pas l'espagnol comme langue maternelle.

Des patients correspondant à ces critères ont été recrutés à l'Hôpital Universitari de Bellvitge (Barcelone, Espagne) dans le centre d'orthophonie où ils assistaient à des sessions de réhabilitation. Notre population comprend 4 patients aphasiques de Broca et 4 patients aphasiques de conduction, tous cérébrolésés gauche. Le classement en aphasie de Broca et aphasie de conduction s'est faite initialement sur la base du diagnostic de l'orthophoniste (cf. également *infra* pour les tests complémentaires). A l'exception d'un patient qui était atteint d'une tumeur (glioblastome multiforme), tous les patients ont subi un accident vasculaire cérébral (AVC). L'âge moyen des patients sélectionnés pour la présente étude était de 53.25 ans \pm 8.56 ans avec des extrêmes de 40 et 68 ans. Tous les patients étaient hispanophones ou bilingues catalan-espagnol qui ont vécu à Barcelone (Catalogne) pendant plus de 10 ans. Les Tableaux 16-17 synthétisent l'information démographique et linguistique de ces patients.

TABLEAU

Patient	Age	APH.	L.M.	Domicile fixe (>10ans)	V.ES	BL.	A.L.
FNG	68	B	espagnol	Barcelone	Barcelona	oui	italien
FRG	61	B	espagnol	Barcelone	Alicante	non	NA
MFB	45	B	espagnol	Barcelone	Barcelona	oui	anglais
JLLV	40	B	catalan	Barcelone	Barcelona	oui	anglais
CPB	48	C	espagnol	Barcelone	Barcelona	oui	NA
LFC	57	C	espagnol	Barcelone	Barcelona	non	NA
JMC	50	C	espagnol	Barcelone	Barcelona	non	anglais
JAOF	57	C	espagnol	Barcelone	Barcelona	oui	NA

TABLEAU 16 Caractéristiques démographiques et linguistiques des patients aphasiques. LM: langue maternelle; V.ES: Variété dialectale de l'espagnol; BL: Bilingue, A.L.: Autres langues

Le Tableau 17 synthétise l'information relative à la lésion de la population aphasique sélectionnée.

TABLEAU

Patient	Sexe	D.M.	Age	APH.	DSL	Et.	L.L
FNG	H	droitier	68	B	6 mois	AVC	frontopariétale gauche
FRG	F	droitière	61	B	8 mois	AVC	ACM gauche
MFB	F	droitière	45	B	6 mois	AVC	multiples lésions supratentatorièes
JLLV	H	droitier	40	B	36 mois	AVC	ACM gauche
CPB	H	gaucher	48	C	17 mois	AVC	hématome sous-dural pariétal gauche
LFC	H	droitier	57	C	8 mois	Tumeur	glioblastome multiforme (GBM) temporo-pariétal gauche
JMC	H	droitier	50	C	7 mois	AVC	Région lenticulaire gauche, ACM gauche, contournant la région insulaire et pariétale
JAOF	H	droitier	57	C	1 mois	AVC	ACM gauche

*TABLEAU 17 Information relative au site lésionnel et autre relative à déficit chez les patients aphasiques:
DM: Dominance manuelle; DSL: mois post onset; Et. Etiologie, L.L Site lésionnel*

Avant la passation de l'épreuve, tous les patients présélectionnés ont été examinés avec un protocole standardisé (Baqué et al., 2006; inspiré de Labos, Zabala, Atlasovich, Pavón, & Ferreiro, 2003; inspiré à la fois de Nespoulous et al., 1992), qui a confirmé le diagnostic initial. Dans le Tableau 18 nous présentons les résultats détaillés de cette évaluation.

TABLEAU

Patient	Sexe	APH.	DSL	Et.	E.D.	C.Om.	C.Oph.	C.Em.	C.Eph.	R	L.	D.	L.A.	P.B.F	D.A.	D.F	S.S	Mtv	T.T.
FNG	H	B	6 mois	AVC	++	S.A.	+	S.A.	+	++	+++	S.A.	S.A.	S.A.	4 sur 10	S.A.	S.A.	4 sur 10	-
FRG	F	B	8 mois	AVC	++	S.A.	+	S.A.	+	+	+	+	S.A.	+	3 sur 10	S.A.	S.A.	3 sur 10	26
MFB	F	B	6 mois	AVC	+	S.A.	+	+	+	+	S.A.	S.A.	S.A.	S.A.	3 sur 10	1 sur 12	S.A.	3 sur 10	-
JLLV	H	B	36 mois	AVC	++	S.A.	+	+	++	+++	+++	+++	++	+	S.A.	S.A.	S	5 sur 10	-
CPB	H	C	17 mois	AVC	++	S.A.	+	S.A.	S.A.	++	+	++	+	+	1 sur 10	1 sur 12	2 sur 10	2 sur 10	28
LFC	H	C	8 mois	Tumeur	+	S.A.	+	S.A.	+	++	+	+	S.A.	S.A.	S.A.	S.A.	S.A.	2 sur 10	20
JMC	H	C	7 mois	AVC	+	S.A.	S.A.	++	S.A.	+	+	+	S.A.	S.A.	S.A.	S.A.	S.A.	3 sur 10	24
JAOF	H	C	1 mois	AVC	+	S.A.	S.A.	S.A.	S.A.	+	S.A.	S.A.	S.A.	S.A.	S.A.	S.A.	S.A.	7 sur 10	32

TABLEAU 18 Données psycholinguistiques du protocole MTBA-BCN Légende : D.M=dominance manuelle; APH. : Type de l'aphasie B=Broca, C=conduction ; DSL : Délai depuis survenue de la lésion (en mois); Et= Etiologie; E.D. : Entretien dirigé; C.O. : Compréhension orale : C.Om. : Compréhension orale des mots, C.Oph : compréhension orale des phrases; C. E. : Compréhension Ecrite : C.Em. : Compréhension écrite des mots, C.Eph. : Compréhension écrite des phrases ; R. : Répétition ; L. : Lecture à voix haute ; D. : Dénomination ; L.A. : Langage automatique ; P.B.F : Praxie bucco-faciales ; D.A. : Discrimination accentuelle (nombre d'erreurs sur 10); D.F. : Discrimination phonétique (sur 12); S.S. : Segmentation en syllabes (sur 12) ; Mtv. : Mémoire de travail (sur 10) ; T.T ; Token Test. Types d'altération : +: altération légère ; ++: altération modérée ; +++ : altération sévère ; SA : sans altération..

Procédure de recueil des données

Les conditions de passation du protocole expérimental étaient les mêmes pour la totalité des sujets aphasiques examinés. L'enregistrement s'est déroulé dans le cadre des sessions de réhabilitation dans le service d'orthophonie de l'Hospital Universitari de Bellvitge, dans une salle relativement silencieuse. La session de travail durait approximativement 45 minutes. Pour l'enregistrement nous avons utilisé l'enregistreur numérique *Sony ICD-CX50 visual voice recorder* et un micro-cravate omnidirectionnel. Les enregistrements ont été faits en format .wav avec une fréquence d'échantillonnage de 22.000 Hz et ont ensuite été transposés sur un PC à l'aide du logiciel *Sony Voice and Speech Editor*.

Le corpus a été présenté aux patients en deux modalités : lecture et répétition. Dans la tâche de répétition, les sujets répétaient les mots cible, présenté dans un ordre aléatoire, après l'examineur.

En ce qui concerne la tâche de lecture, les mots cible ont été d'abord placés à la fin de courtes phrase qui permettent de donner un contexte sémantique aux mots cible. Les phrases présentaient une structure intonative contrôlée, les mots cible se situant en fin de phrases assertives (Llisterri Boix, 1991). Pour une meilleure lisibilité nous avons utilisé la police Arial, taille 16 avec une interligne 2. Les mots cible ont été marqués en caractères gras. La liste des phrases a été présentée dans un ordre aléatoire auprès des sujets. L'examineur lisait le début de la phrase de manière à ce que le sujet ne lise que le mot cible, par exemple :

En espagnol:

E : *Los bebés comen...*

P : *Papilla.*

E: *Esta película es un...*

P: *Drama.*

En français:

E : Les bébés mangent la...

P : Bouille.

E: Ce film est un...

P: Drame.

L'exemple de la présentation des stimuli donné dans la Figure 19.

LECTURA	
1.	Voy a ir en taxi .
2.	Los bebés comen papilla .
3.	Mi hermano se llama Tomás .
4.	Esta película es un drama .
5.	El niño llena el frasco .
6.	Es un crimen crapuloso .
7.	Es un champú contra la caspa .
8.	Este paquete pesa un kilo .

FIGURE 19 *Présentation des stimuli dans la tâche de lecture*

Sujets contrôle

Afin de comparer la production des patients aphasiques avec la parole normale nous avons enregistré 4 sujets contrôle hispanophones – 3 hommes et une femme - dans le même protocole expérimental. L'âge moyen des sujets contrôle est de 48.25 ans \pm 6.6 ans. Tous les sujets contrôle sont hispanophones ou bilingues (catalan-espagnol) et ont vécu les 10 dernières années à Barcelone ou ses alentours. Tous les sujets sauf un ont été enregistrés à leur domicile. Ce dernier a été enregistré dans la salle semi-anéchoïque du Laboratoire de Phonétique à l'Universitat Autònoma de Barcelona. Nous présentons dans le Tableau 19 les caractéristiques sociolinguistiques du groupe contrôle, à partir du questionnaire que nous avons passé auprès de ces sujets (basé sur le questionnaire utilisé dans Marquina, 2011; inspiré de Viladot, 1981).

TABLEAU

Sujet	Age	Sexe	L.M.	Lieu de résidence (>20 ans)	Niveau socio-éducatif	Langue de scolarisation	Autres langues	Q1	Q2	Q3
JLB	50	H	CAT/ES	Barcelone	supérieur	ES	EN, FR, IT, PR	CAT	CAT	CAT
VHP	58	H	CAT/ES	Barcelone	supérieur	ES	EN, FR	CAT	ES	ES
JMG	45	H	ES	Barcelone	supérieur	ES	EN, FR, IT, CAT	ES	ES	ES
RAR	40	F	ES	Barcelone	sécondaire-formation professionnelle	ES	CAT	ES	ES	ES

TABLEAU 19 Caractéristiques des sujets contrôle. Q1: Dans quelle langue préférez-vous vous exprimer ? Q2: Quelle langue utilisez-vous avec votre famille ? Q3: À votre avis, quelle langue maîtrisez-vous le mieux ?

Analyses

L'objectif que nous nous sommes fixé - i.e. l'identification des mécanismes sous-jacents responsables des erreurs de substitution consonantique - requiert de dépasser les observations de surface. Il semble approprié pour un tel objectif de corréler deux approches complémentaires largement utilisées en aphasiologie : les analyses du point de vue de l'interlocuteur (appelées souvent les analyses perceptives) et les analyses instrumentales.

L'argument fréquemment cité en faveur de l'inclusion d'une méthode instrumentale est qu'elle permet de contourner le biais perceptif (Baum & Slatkovsky, 1993; Buckingham & Yule, 1987). A partir des années 80, la recherche aphasiologique a largement bénéficié des analyses instrumentales qui offraient une mesure indirecte et quantifiable de l'examen de la parole déviante et permettaient d'étudier les modifications acoustiques des productions aphasiques (y compris celles correspondant à des distorsions phonétiques et à des substitutions catégorielles) souvent imperceptibles pour l'auditeur. L'utilisation de ces instruments a permis de mettre en lumière des caractéristiques de la parole aphasique qui n'avaient pas été observées précédemment. Les analyses acoustiques, par exemple, ont relevé l'existence d'anomalies phonétiques chez les sujets aphasiques fluents (Blumstein et al., 1980b; Vijayan & Gandour, 1995). Les analyses articulatoires, par ailleurs, ont contribué à mettre en question la nature catégorielle de certaines erreurs en révélant l'existence d'intrusions des gestes articulatoires, qui indiquaient la nature graduelle de ces productions. Les avantages de la méthode instrumentale dans le contexte clinique ont été tels que l'analyse perceptive semble être passée à l'arrière-plan. Cela se manifeste entre autres, selon Howard & Heselwood (2011), dans l'usage des termes tels que « valider, affiner,

confirmer » à l'égard du rôle la *méthode impressionniste* face à la méthode instrumentale. Ces auteurs plaident en faveur de la complémentarité de l'approche perceptive et l'approche instrumentale en argumentant qu'il s'agit de deux faces qualitativement différentes d'une même réalité linguistique. Comme l'affirment par ailleurs Ball et collègues (M. J. Ball, Howard, Müller, & Granese, 2013; M. J. Ball & Müller, 2002), l'examen de la parole déviante devrait tenir compte aussi bien de la source du problème, i.e. le locuteur et les potentiels déficits qu'il présente à différentes étapes de la production verbale, que de l'interlocuteur, i.e. le siège de l'effet de l'erreur.

Nous nous inscrivons dans la ligne de ces études et avons mené à terme deux types d'analyses : celles menées à terme du point de vue de la perception de l'interlocuteur et des analyses acoustiques.

Analyses du point de vue de la perception de l'interlocuteur

Considérations préalables

Dans un article récent qui offre une révision des nomenclatures existantes pour classer les erreurs d'origine neurologique affectant la forme sonore des mots – par rapport aux termes phonétique et phonologie-, Ball et Müller (2002) proposent de prendre en compte deux dimensions impliquées dans le classement : la première relative à la production (le sujet) et la deuxième concernant la perception (l'interlocuteur). Ainsi, en ce qui concerne les niveaux où surviennent les erreurs, ces auteurs distinguent trois possible sources : niveau phonologique, de programmation phonétique et articulation, et ils rappellent que le terme « erreur de substitution » renvoie traditionnellement aux erreurs qui impliquent des unités contrastives (niveau phonologique), tandis que les erreurs impliquant des traits sous-phonémiques et non-contrastifs (niveau phonémique et articulatoire) devraient être appelées « distorsions ». En ce qui concerne la dimension perceptive dans les analyses des erreurs, ces auteurs proposent de distinguer entre les erreurs *externes* au système phonologique de l'interlocuteur, c.à.d. les sons qui n'appartiennent pas au système phonologique de l'interlocuteur, et les erreurs *internes*, c.à.d. celles qui résultent en une transformation acceptable (dans d'autres contextes) dans le même système phonologique. La proposition d'analyser les erreurs aphasiques en tenant compte de ces deux dimensions est illustrée schématiquement dans la Figure 20. Ce qu'il est important de retenir est que les termes « substitution » et « distorsion » ne sont pas descriptifs, selon cette approche, mais impliquent une interprétation relative aux facteurs causatifs du phénomène.

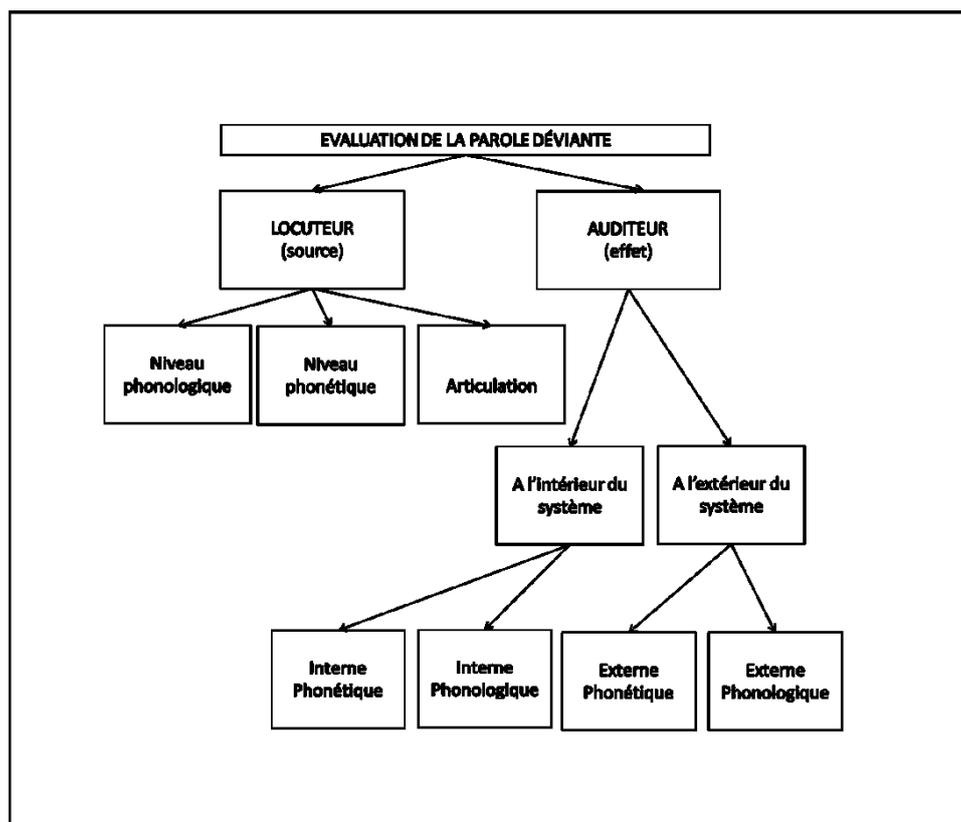


FIGURE 20 Dimensions de l'analyse de la parole déviante (d'après M. J. Ball & Müller, 2002, p. 105)

Dans une révision des troubles phonético-phonologique antérieure, Valdois et Nespoulous (1998), dans un souci d'impartialité à l'égard des causes sous-jacentes des phénomènes décrits, proposent le terme de « transformations segmentales », terme qui reste neutre par rapport au niveau de représentation dans lequel les erreurs surgissent. Toutefois, à notre avis, ils n'évitent pas un autre écueil, car ils présupposent la taille de l'unité qui est objet de l'erreur, dans ce cas, le segment (ici, synonyme du phonème). Or, le fait que certains phénomènes phoniques soient perçus comme catégoriels relève davantage de l'idiosyncrasie de la perception humaine (cf. Trubetzkoy, 1949; Buckingham & Yule, 1987; Baum & Slatkovsky, 1993) que du fonctionnement de la production verbale. Autrement dit, la perception en termes catégoriels n'implique pas nécessairement que les mécanismes sous-jacents opèrent selon ces mêmes principes. Par exemple, une erreur aphasique impliquant un changement du type /pra/ -> /fra/ observée chez un sujet hispanophone (Marczyk, 2009) peut impliquer, en fonction de l'approche adoptée, les segments (elle consiste en la substitution de /p/ par /f/), les syllabes (et alors elle consiste à substituer la syllabe /pra/ par /fra/), l'attaque syllabique (/pr/ vs /fr/) ou bien encore des éléments subphonémiques. En effet, les études menées à terme dans le cadre de la phonologie articulatoire mettent en question le caractère catégoriel de certaines erreurs classifiées comme étant des transformations segmentales (cf. chapitre 1).

Une autre solution est de proposer une désignation qui relève du plan descriptif. C'est l'approche adoptée par Ziegler (2002) et Code (1998) qui utilisent le terme « paraphasies phonémiques » dans le contexte de l'apraxie de la parole (aphasie de Broca) pour se référer à la forme superficielle de l'erreur, appartenant au plan descriptif, et non pas au plan interprétatif. Nous nous inscrivons dans la ligne de ces études dans l'effort de séparer les observations de surface des mécanismes sous-jacents. Dans ce travail nous allons parler de substitutions phonémiques pour nous référer à toutes les productions de consonnes perçues comme correspondant à un phonème différent du phonème cible (dues à une mauvaise sélection phonémique, à une déformation extrême ou mauvaises réalisations du phonème correctement sélectionné³⁰) ou, quel que soit le mécanisme sous-jacent.

Analyses perceptives et classification des erreurs recueillies

Étiquetage des productions recueillies

Tous les mots contenant le phonème cible, produits par les sujets de cette étude dans les tâches de répétition et de lecture, ont été extraits de l'enregistrement et codés en fonction du locuteur, de la tâche et du numéro de stimulus. Chaque réalisation d'une consonne cible a été identifiée et classifiée, dans plusieurs colonnes de la base de données, selon son appartenance aux catégories suivantes :

- 1) Phonèmes cible – phonème de l'étude
- 2) Phonème perçue – si la production a été perçue comme correspondant à l'un des phonèmes cible de l'étude : XXX. Dans le cas contraire, elles ont été classifiées selon le type d'erreur, (déplacements, omissions, additions) cf. infra :

- | | | |
|-------|-------|--------|
| • /p/ | • /d/ | • /θ/ |
| • /t/ | • /g/ | • /x/ |
| • /k/ | • /f/ | • /tʃ/ |
| • /b/ | • /s/ | |

L'étiquetage et la classification des erreurs ont été effectués par l'auteure de cette étude. Afin de vérifier la validité de ce classement, nous avons opté pour examiner la perception des mêmes stimuli par deux locuteurs hispanophones. Pour cela, nous avons préparé une épreuve d'identification perceptive contrôlée, qui se rapprochait au plus près aux

³⁰ Notre terme « substitution consonantique » recouvre ce qui existe dans la littérature sous les termes de *paraphasies phonémiques*, substitutions phonémiques et certaines distorsions extrêmes, dans le cas où elles sont perçues comme correspondant à un phonème différent).

conditions de l'étiquetage effectué, sur un échantillon choisi de manière aléatoire représentant 1% du nombre total de stimuli (N=78)³¹. L'analyse statistique a été effectuée au moyen du test de Kappa Cohen en SPSS version 21 pour Windows.

La question qui a été posée aux auditeurs-juges était la suivante (exemple pour /f/ initial dans l'item *flama*):

Una persona quería decir la palabra "flama". Escucha la grabación y señala la primera consonante que oyes en esta palabra. (fr. Quelqu'un a voulu dire le mot « flama ». Ecoutez l'enregistrement et signalez la première consonne du mot que vous entendez). Pour cette épreuve, nous avons utilisé le Power Point, chaque diapositive intégrait le fichier sonore correspondant au mot cible et présentait la question, comme illustré dans la Figure 21.

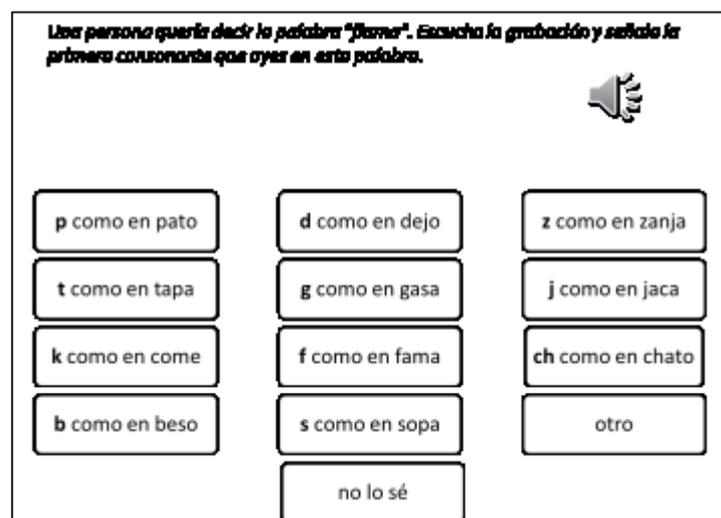


FIGURE 21 Exemple de diaporama utilisée dans l'épreuve de perception pour la validation inter-juges

La fidélité inter-juges de cette épreuve s'est avérée élevée. Entre l'auteur de l'étude et le premier examinateur le taux d'accord était de 94.2% ($k=0.933$), entre l'auteur et le deuxième examinateur l'accord était total ($k=1.00$).

³¹ Nous avons décidé d'exclure de cette épreuve les erreurs qui se situaient sur l'axe syntagmatique (déplacements), les erreurs d'omission ou d'insertion de segments, ou le résultat d'autres phénomènes (p. ex. paraphrases, erreurs résultant en un changement de catégorie grammaticales, etc.). Par conséquent, la sélection aléatoire de 1% du total des items s'est effectuée uniquement sur les productions (correctes ou transformations/substitutions segmentales) des sujets aphasiques dans lesquelles les consonnes cible avaient été réalisées par un et un seul segment (correct ou non).

Taxonomie des erreurs

Ci-après nous allons décrire la classification des erreurs qui ont été observées dans l'échantillon recueilli auprès des sujets aphasiques participant dans cette étude.

De prime abord, il convient de distinguer entre les erreurs qui affectent la forme sonore du mot au niveau du phonème, p. ex. gato -> /kato/, de celles qui l'affectent au-delà du phonème, p. ex. absurdo -> /sardudo/. Cette distinction sépare d'un côté les erreurs regroupées sous 3 grandes catégories : substitutions, omissions et additions, et les déplacements (métathèses) et les erreurs multiples de l'autre.

Rappelons que notre objectif principal consiste à identifier le mécanisme sous-jacent des erreurs qui s'articulent sur l'axe paradigmatique, i.e. des substitutions consonantiques. C'est en fonction de cet objectif que nous avons créé notre base de données. Dans cette base, la cible correspond donc *non pas* au mot mais au phonème cible, i.e. /p/, /t/, /k/, /b/, /d/, /g/, /f/, /s/, /θ/, /x/ et /tʃ/.

Pourtant, certains types d'erreurs observées dans la parole de nos sujets affectent la forme sonore du mot au-delà du segment et s'articulent sur l'axe syntagmatique, par exemple les déplacements. Etant donné que ces erreurs n'affectent pas uniquement un phonème concret mais une unité plus large, le critère évoqué dans le paragraphe précédent n'est plus valable pour leur étiquetage.

Nous illustrerons l'étiquetage de ces deux types d'erreurs à l'aide d'un exemple. Le mot cible *tapiz* contient deux phonèmes cible : /t/ en position initiale non-accentuée et /p/ en position intervocalique accentuée. Dans le premier cas, ce mot cible a été produit comme /ka'piθ/ et il a été codé de la manière suivante

/t/ perçue comme /k/ -> erreur-> erreur impliquant un changement du point d'articulation ;

/p/ perçu comme /p/ -> correct

Dans un calcul global, le nombre maximum possible d'erreurs de substitution consonantique correspond donc au total des consonnes cible insérées dans des mots cible, sachant qu'un mot peut contenir plus d'un phonème cible.

Dans le second cas, le mot cible *tapiç* a été produit comme /pa'tiθ /, nous observons que les phonèmes /p/ et /t/ sont transposés, l'un occupe la place de l'autre. Le codage de cette erreur se présente comme suit :

/t/ -> erreur ->déplacement ;

/p/ -> NA

Les erreurs qui affectent la forme du mot au-delà du phonème ne participent pas aux analyses acoustiques.

Nous allons à présent décrire la classification des erreurs en sous-catégories. Nous avons pris comme point de départ une taxonomie générale qui classifie les erreurs en 4 catégories majeures :

- Substitutions
- Omissions
- Additions
- Déplacements

Une première analyse nous a permis de nous rendre compte que ces catégories sont largement insuffisantes pour décrire la production aphasique avec le degré de détail nécessaire pour identifier les différences entre les groupes aphasiques. Nous avons donc proposé des sous-groupes à l'intérieur de chaque catégorie.

Ainsi, à l'intérieur de la catégorie SUBSTITUTION, nous avons distingué les sous-types d'erreurs suivants :

- **Substitution segmentale** par un son correspondant à un des phonèmes objets de l'étude (/p/, /t/, /k/, /b/, /d/, /g/, /f/, /s/, /θ/, /x/ et /tʃ/). Parmi les substitutions segmentales, nous avons distingué les erreurs associées à un changement de la catégorie de voisement (ex. blanco -> ['plan^hko]), les erreurs associées à un changement de mode d'articulation (ex. blanco -> ['flan^hko]) et les erreurs associées à un changement de point d'articulation (ex. pata -> [gata]);
- **Substitution par un son autre que les phonèmes objets de l'étude** (ex. *boj* -> ['boʃ] ou *jactar* -> [rak^htar]), que ces sons appartiennent ou non au système phonique de l'espagnol ;
- **Substitutions contextuelles**³². Dans cette catégorie nous avons inclus tous les cas d'assimilation régressive du point d'articulation qui affectent les occlusives sourdes

³² Ce type de substitution n'est évidemment pas un phénomène paradigmatique mais syntagmatique.

ou fricatives en position de coda syllabique (ex. *jacta* produit comme [ˈxatta] ou *afta* produit comme [ˈatta] ou encore comme [ˈa:ta]). Bien que l'espagnol connaisse l'assimilation régressive des consonnes /n/ et /l/ en coda syllabique, qui empruntent le point d'articulation de la consonne initiale de la syllabe adjacente, les cas de l'assimilation totale sont considérés non normatifs dans le registre soutenu (Fernández Sevilla, 1980)³³. Etant donné, d'une part, le nombre important de ce type de productions et, d'autre part, notre objectif de rendre compte des mécanismes au plan phonético-phonologique et de la gestion de la tension articuloire chez les patients aphasiques, nous avons décidé de regrouper ces réalisations dans la catégorie « substitution contextuelle ». Les réalisations appartenant à cette catégorie participent dans les analyses perceptives de la probabilité d'observation d'une erreur mais n'ont pas été retenues dans les analyses acoustiques.

- **Persévération** et **anticipation** constituent deux cas particuliers de substitution contextuelle. Dans le premier cas, il s'agit de la répétition d'un phonème qui est apparu avant dans la trame du mot, dans le deuxième, de la substitution par un phonème qui apparaît plus tard dans la trame.
- **Appui articuloire** : nous avons regroupé sous cette catégorie les réalisations phonétiques d'un phonème qui ont été perçues comme une suite des deux segments qui diffèrent en ce qui concerne le mode d'articulation mais partagent le même point d'articulation. Nous avons constaté, après examen du signal sonore, que cette perception correspond à l'intrusion d'éléments acoustiques appartenant à une catégorie de mode d'articulation différente de celle de la cible, par exemple, des barres d'explosion dans le spectre d'une consonne fricative. Quelques exemples de cette catégorie : *fatal* -> [ˈfaˈtal], *danzar* -> [danˈsar], *jarra* -> [ˈkxara], *lanza* -> [lanˈθa], *verja* -> [ˈberˈxa]. Traditionnellement, ce type d'erreur est considéré une addition (L. Goldstein et al., 2007; entre autres Pouplier, 2005). Nous avons opté, néanmoins, pour le traiter comme une réalisation phonétique trop tendue de la cible, d'où le nom de la catégorie : appui articuloire. Ces erreurs ne sont pas prises en compte pour les analyses acoustiques.

³³ Concernant les groupes consonantiques inter-syllabiques de ce type, Alarcos Llorach (1965, pp. 192–193) affirme qu'ils cherchent une différenciation minimale entre les deux consonnes, ce qui explique le fait que la gémination est un phénomène relativement peu fréquent en espagnol. Avant lui, Navarro Tomás (1918b) observait que le phonème /k/ en contact avec une autre consonne à la frontière syllabique se prononçait avec une explosion peu perceptible et que, n'impliquant pas de contraste phonologique, il montrait une tendance à l'affaiblissement et à l'élosion. Pourtant, dans certains dialectes de l'espagnol (ex. l'andalou) et dans certains registres (parole courante), l'affaiblissement de la consonne en position implusive entraîne une reduplication de la consonne adjacente, c.à.d. une gémination.

Par ailleurs, en ce qui concerne les erreurs affectant la forme sonore du mot au-delà du phonème, nous avons distingué des catégories suivantes :

- **Substitution lexicale** : dans cette catégorie nous avons regroupé toutes les productions des mots cible qui impliquent au moins deux substitutions segmentales et qui résultent en un mot existant en espagnol et dont la forme se rapproche du mot cible, par exemple : *jactar(se)* (fr. se vanter) produit comme [gaʃ'tar] (fr. dépenser).
- **Substitution sémantiques** : dans cette catégorie nous avons inclus les substitutions d'un mot par un autre mot de la langue ayant une parenté de sens ou de champ sémantique plus ou moins étroite, sans rapport de forme avec la cible, p. ex. *edad* (fr. âge) pour la cible *años* (fr. ans).

En ce qui concerne la catégorie OMISSION, nous distinguons :

- **Omissions segmentales**. Ces erreurs affectent le mot au niveau segmental. Ils résultent en une simplification de la structure syllabique, p. ex. *clasiſta* -> [ka'siʃta], *praxis* -> ['rasiʃ], *safari*, [a'pari].
- **Omissions non segmentales**. Ces omissions impliquent une unité plus large que le phonème, normalement, la syllabe ou le groupe consonantique, p. ex. *flagrante* [fa'aŋte]. Elles sont relativement rares.

Concernant la catégorie ADDITION, nous avons distingué :

- **Addition** d'un segment dans la trame syllabique p. ex. *gasa* -> ['grasa], *fachada* -> [fra'tʃaða] ;
- **Redoublement** de la consonne cible : à la différence de la substitution contextuelle, ce type d'erreur n'est pas motivé par des processus d'assimilation, p. ex. *graso* -> ['grasso]

Finalement, en ce qui concerne la catégorie DÉPLACEMENTS elle correspond aux erreurs qui consistent à inverser l'ordre des phonèmes, p. ex. *cava* -> ['baka], *cacharro* -> [ka'ratʃo], *droga* -> ['doɣra].

La dernière grande catégorie dans notre base de données regroupe les ERREURS MULTIPLES, elle correspond aux mots qui se caractérisent par une déformation multiple de la forme sonore : des omissions, déplacements, additions et substitutions, p. ex. *desboca* -

> [bes'poka] ; *blanducha* -> [ˈfrantuka], *glotón* -> [bloðon'ton], *desvariar* -> [desfar'kar],
patina -> [a'βina], saxo -> [ˈsa'so], rapsoda -> [sa'βor^kxa]

Parmi les erreurs qui n'appartiennent pas à aucune des catégories décrites ci-avant, nous trouvons :

- Productions inintelligibles : les réalisations dont la forme phonique ne permet pas de les attribuer à une catégorie phonologique concrète.
- Erreurs de substitution qui impliquent un changement de catégorie grammaticale (peut-être en rapport avec un certain agrammatisme), p. ex. *jacta* -> [xak'tar], *adapta* -> [adap'tar].
- Manque de réponse ou réponses du type « je ne sais pas », « je ne peux pas le dire »
- Prolongement du son précédent

Ces erreurs ne sont pas fréquentes et ont été regroupé sous la catégorie AUTRES. Le Tableau 20 résume les types d'erreurs décrits ci-avant.

TABLEAU

Type d'erreur	Exemples (toutes les erreurs viennent du corpus des erreurs de la présente étude)	Inclusion dans les analyses acoustiques
Addition	<i>caza</i> -> ['kraθa]	NON
Anticipation phonémique	<i>cacharro</i> -> [tʃa'tʃaro]	NON
Appui articuloire	<i>fatal</i> -> [pfa'tal], <i>danzar</i> -> [dan'tsar], <i>jarra</i> -> ['kxara], <i>lanza</i> -> [lan'tθa], <i>verja</i> -> ['ber ^k xa]	NON
Déplacement (uniquement intra-mots)	<i>tapiç-</i> -> /pa'tiθ/ ; <i>cacharro</i> -> /tʃa'karo/;	NON
Distorsion phonétique non intelligible	L'exemple ne peut pas être donné	NON
Erreur multiple	<i>desboca</i> -> [bes'poka] ; <i>blanducha</i> -> ['frantuka], <i>glotón</i> -> [bloθon'ton], <i>desvariar</i> -> [desfar'kar], <i>patina</i> -> [a'βina], <i>saxo</i> -> ['tsa'so], <i>rapsoda</i> -> [sa'βor ^k xa]; <i>absurdo</i> -> [a'yusto]	NON
Manque de réponse	Manque de réponse ou réponse du type "je ne peux pas"	NON
Omission non segmentale	<i>fabada</i> -> [fa'βa]	NON
Omission segmentale	<i>crapuloso</i> -> [kapu'loso] ; <i>clasiista</i> -> [ka'siista], <i>praxis</i> -> [r'asis]; <i>safari</i> -> [a'pari]	NON
Paraphasie verbale	<i>Zamora</i> -> "Zaragoza"; <i>años</i> -> "edad"; <i>paraguas</i> -> "llueve, pero..."	NON
Persévération phonémique	<i>jaca</i> -> ['xaxa]	NON
Redoublement de la consonne cible	<i>graso</i> - ['grasso]	NON
Substitution consonantique par un des phonèmes objet de cette étude: (/p/, /t/, /k/, /b/, /d/, /g/, /f/, /s/, /θ/, /x/ et /tʃ/)	<i>blanco</i> -> ['plan ^y ko], ['flan ^y ko]	OUI
Substitution consonantique par un son autre que les phonèmes objets de l'étude	<i>boj</i> - /'boʃ/	NON
Substitution contextuelle	<i>absurdo</i> - [as'surðo]; <i>cactus</i> - /'kattus/, <i>afra</i> -> ['atta]	NON
Substitution lexicale	<i>jactar</i> -> [gaʃ'tar]	NON

TABLEAU 20 Exemples des catégories du classement des erreurs

Analyses acoustiques

L'analyse acoustique permet de faire émerger de manière objective les éléments qui constituent la parole déviante et de cette façon compléter et préciser les évaluations perceptives. Comme nous l'avons évoqué précédemment, elle trouve une application particulièrement utile dans le contexte de l'intervention clinique et thérapeutique. En revanche, l'analyse instrumentale ne tient pas compte de la valeur linguistique de son objet d'analyse et par conséquent ne fournit pas le sens (signifié) de ce que nous entendons : « instruments cannot tell us what we hear » (Howard & Heselwood, 2011, p. 941). L'intérêt se trouve donc dans la combinaison de ces deux approches, et c'est cette corrélation que nous tenterons de mettre en évidence tout au long de ce travail.

Sélection des données

Les analyses acoustiques visant à déterminer la source de l'erreur concernent uniquement les erreurs de substitution segmentale. Chaque production correcte du phonème cible et chaque substitution consonantique a été classifiée par un examinateur selon la procédure que nous avons décrite ci-avant. A présent, il convient de préciser quelles productions ont été retenues pour les analyses acoustiques. Nous avons pris en compte toutes les réalisations considérées comme correctes des phonèmes cible et les erreurs de substitution consonantique, dans lesquelles le phonème cible a été remplacé par un autre phonème parmi ceux qui font l'objet de l'étude. Nous avons inclus également les productions correctes et les substitutions consonantiques qui se trouvaient dans des mots affectés par une *autre* erreur à un endroit différent de celui qu'on examinait, à condition que les critères suivants soient satisfaits :

- Cette erreur n'affectait pas la structure syllabique
- Cette erreur n'affectait pas la structure métrique
- Cette erreur n'affectait pas l'entourage phonique du phonème cible (son précédent ou suivant)

Cela a permis d'analyser le phonème cible (substitué ou pas) toujours dans les conditions contrôlées concernant l'aspect accentuel, la position dans le mot et dans la syllabe. Nous allons illustrer cette procédure avec un exemple.

La réalisation [ˈpɒ̃nto] de la cible *pronto* a été codée comme une erreur d'omission. L'omission porte non pas sur le phonème cible mais sur la deuxième consonne, une vibrante simple [r], qui compose le groupe consonantique à l'initiale de ce mot. Le phonème /p/ dans cette production n'a pas été retenu pour les analyses acoustiques en

raison du fait qu'il perd les caractéristiques qu'on souhaite contrôler : ce n'est plus un /p/ dans une syllabe CrV mais dans une syllabe CV. De même, dans une réalisation phonique du mot *mezquita* comme [me^hkita], le phonème cible /k/ n'a pas été pris en compte pour les analyses instrumentales en raison des modifications de l'entourage phonique : il n'est plus post-consonantique, précédé d'une fricative sourde. Par contre, les erreurs comme la substitution de /tʃ/ par [f] dans [le^hfaθo] pour *rechazo* ont été retenues pour les analyses acoustiques en accord avec les critères d'inclusion évoqués ci-avant³⁴.

La classification a été effectuée toujours à partir de la première réponse donnée par le sujet (en lecture ou en répétition).

Paramètres acoustiques

Le choix des paramètres acoustiques pour les analyses instrumentales est déterminé par l'objectif de cette étude, à savoir l'analyse de la réalisation phonétique des principales oppositions phonologiques - entre les consonnes fricatives et occlusives, et entre les occlusives sonores et sourdes. Suite à la révision bibliographique concernant l'expression phonique de ces traits en espagnol, synthétisée dans le chapitre 2, nous avons inclus les paramètres acoustiques suivants :

- VOT (*Voice Onset Time*, fr. Délai d'établissement du voisement, désormais VOT)
- Durée segmentale
- Nombre de barres d'explosion
- Durée des barres d'explosion
- Durée du bruit fricatif

Afin de rendre compte de phénomènes peu habituels chez les sujets sains mais observables dans le contexte de la parole pathologique, dans la lignée des études initiées par Baqué et collègues (cf. le chapitre 1), nous incluons également les paramètres suivants :

- VTT (*Voice Termination Time*, fr. Délai d'arrêt du voisement, désormais VTT)
- FTT (*Formants Termination Time*, fr. Délai d'arrêt du bruit formantique, désormais, FTT).

Les analyses acoustiques ont été réalisées avec le logiciel Praat versions 5.1.11 et 5.3.23 pour Windows. Les indices acoustiques ont été examinés simultanément sur le spectrogramme et l'oscillogramme.

³⁴ Cette erreur a été par ailleurs classifiée comme erreur multiple dans la base de données contenant les erreurs qui affectent la forme sonore des mots au-delà du phonème.

Avant de détailler comment nous avons mesuré ces paramètres, nous devons préciser le principe général qui a présidé l'analyse acoustique effectuée dans cette étude. Dans l'hypothèse que nous pourrions observer dans la parole aphasique toutes sortes d'erreurs - les occlusives sonores devenues sourdes, les occlusives sonores devenues fricatives sourdes ou encore les fricatives sourdes devenues occlusives, parmi d'autres -, notre but était d'adopter une méthode d'analyse qui aurait permis les comparaisons en fonction de critères qui, d'un côté, prennent en compte les caractéristiques acoustiques des productions canoniques, et qui, par ailleurs, soient les mêmes pour toutes les productions. En effet, les études antérieures montrent que les frontières catégorielles, par exemple entre une occlusive et une fricative, sont, en ce qui concerne la parole pathologique, particulièrement peu stables. Par ailleurs, en espagnol, le changement du trait [-continu] en [+ continu] dans certains contextes phoniques est un fait bien connu (cf. chapitre 2). En tenant compte, d'un côté, de cette propriété de la parole aphasique et, de l'autre, des caractéristiques de l'espagnol au plan phonique, et afin de rendre les comparaisons possibles, nous avons décidé d'examiner le signal sonore de ces productions en fonction de tous les paramètres acoustiques à chaque fois. Par exemple, pour une occlusive sourde nous calculerons les valeurs de tous les paramètres, non seulement ceux qui sont caractéristiques des occlusives (comme le VOT, le nombre de barres, etc.), et nous marquerons comme 0 les valeurs des paramètres qui ne sont pas observés dans le signal. Par ailleurs, nous marquerons comme NA (pour « non attribué ») toutes les valeurs qu'il n'est pas possible de mesurer, par exemple la durée totale du son pour une occlusive sourde en position initiale post-pausale.

Nous allons décrire par la suite comment les paramètres ont été mesurés.

1) VOT

Le VOT correspond à l'intervalle temporel entre la détente de la consonne et le début des pulsations glottales (Lisker & Abramson, 1964). Le VOT se trouve parmi les paramètres les plus étudiés en aphasie en raison de l'information qu'il apporte sur la capacité du sujet de synchroniser les articulateurs appartenant à deux niveaux différents – glottal et supra-glottal. Rappelons qu'en espagnol, il permet de distinguer les occlusives sonores en position initiale post-pausale, par exemple, qui sont généralement largement prévues, et les occlusives initiales sourdes se caractérisent par un VOT positif relativement bref qui s'allonge avec la rétraction du lieu d'occlusion dans la cavité buccale (cf. chapitre 2, partie I).

Ces mesures sont illustrées dans la Figure 22 et 23.

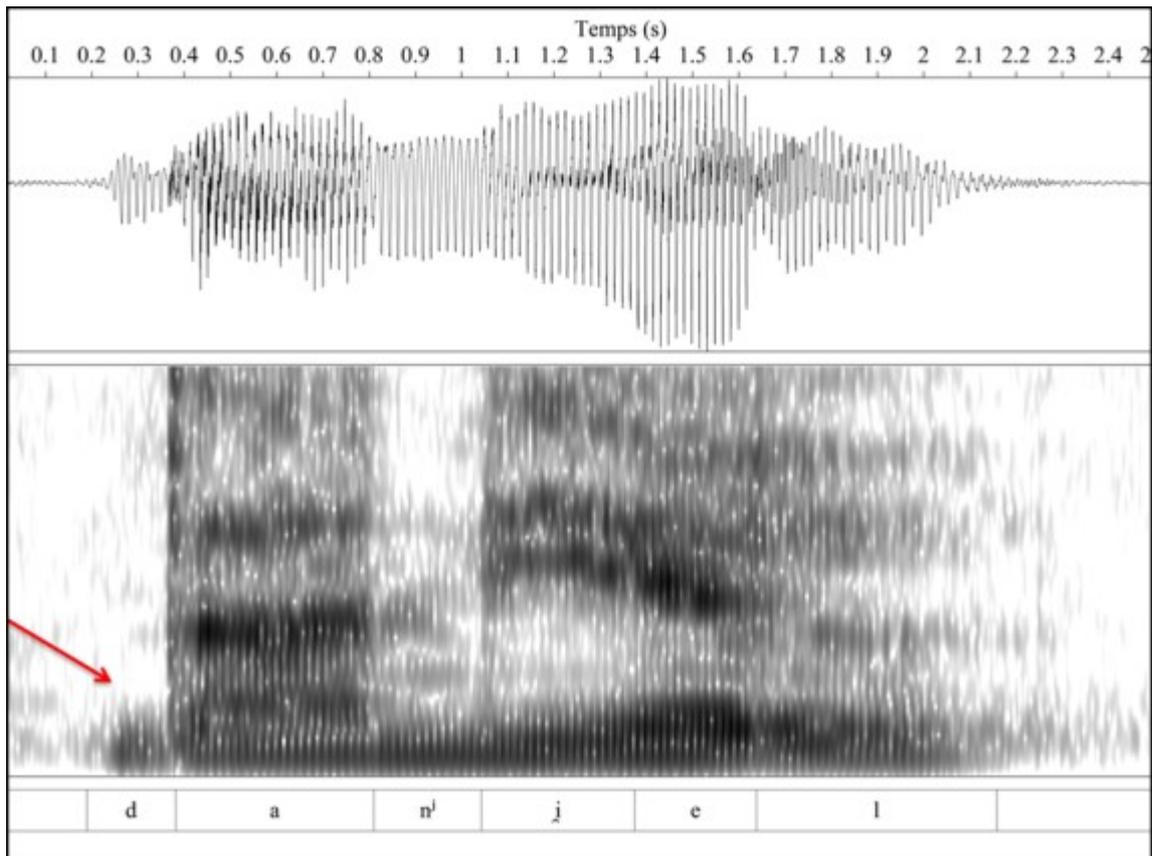


FIGURE 22 Oscillogramme (en haut) et spectrogramme (en bas) pour le mot cible Daniel: illustration du VOT pour la consonnes occlusive /d/ initiale post-pausale (flèche rouge)

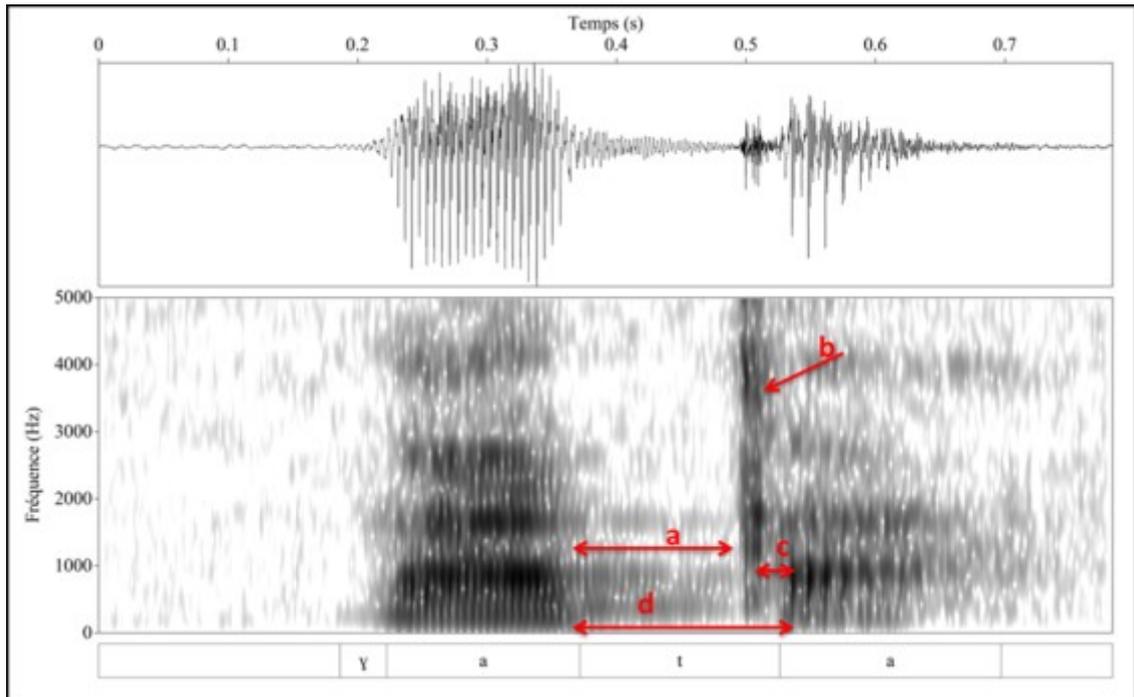


FIGURE 23 Oscillogramme et spectrogramme pour le mot cible "gata". Illustration du VOT pour une occlusive sourde [t] marquée avec la flèche rouge

2) Durée segmentale

La durée segmentale correspond à la durée de la consonne produite. La durée totale n'a pas été calculée pour les consonnes affriquées et les occlusives sourdes en position initiale post-pausale où il est impossible de déterminer le début de l'occlusion. La mesure de la durée segmentale est illustrée dans la Figure 24 et 25.

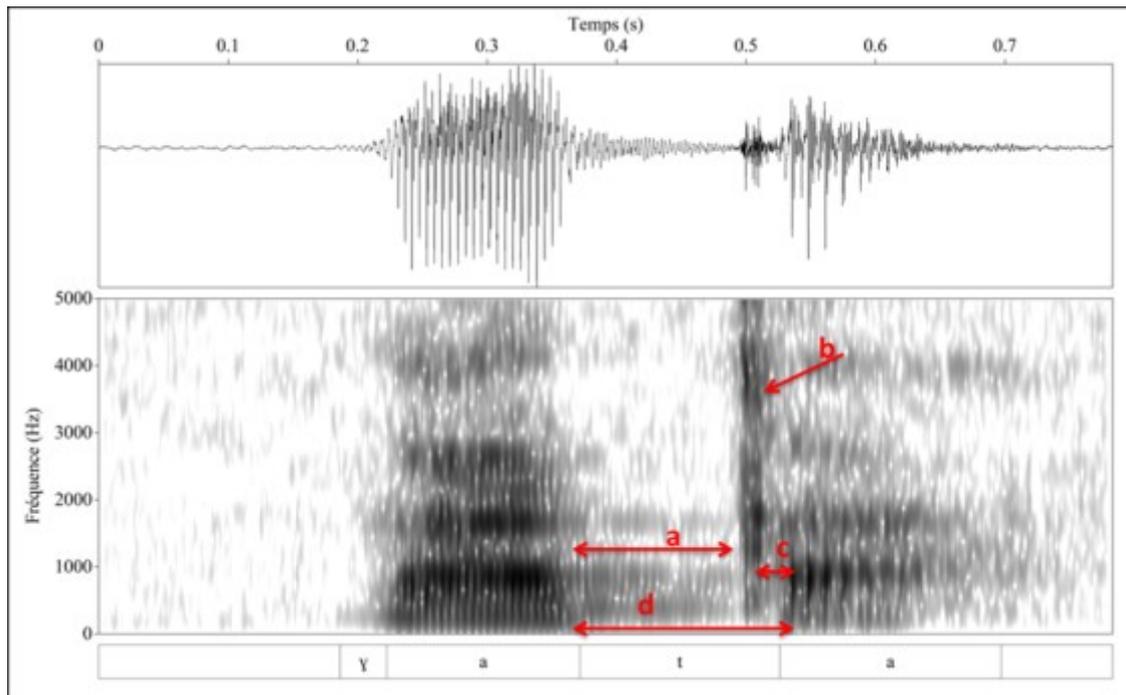


FIGURE 24 Oscillogramme et spectrogramme pour le mot cible "gata", la durée totale de l'occlusive intervocalique marquée avec la lettre d

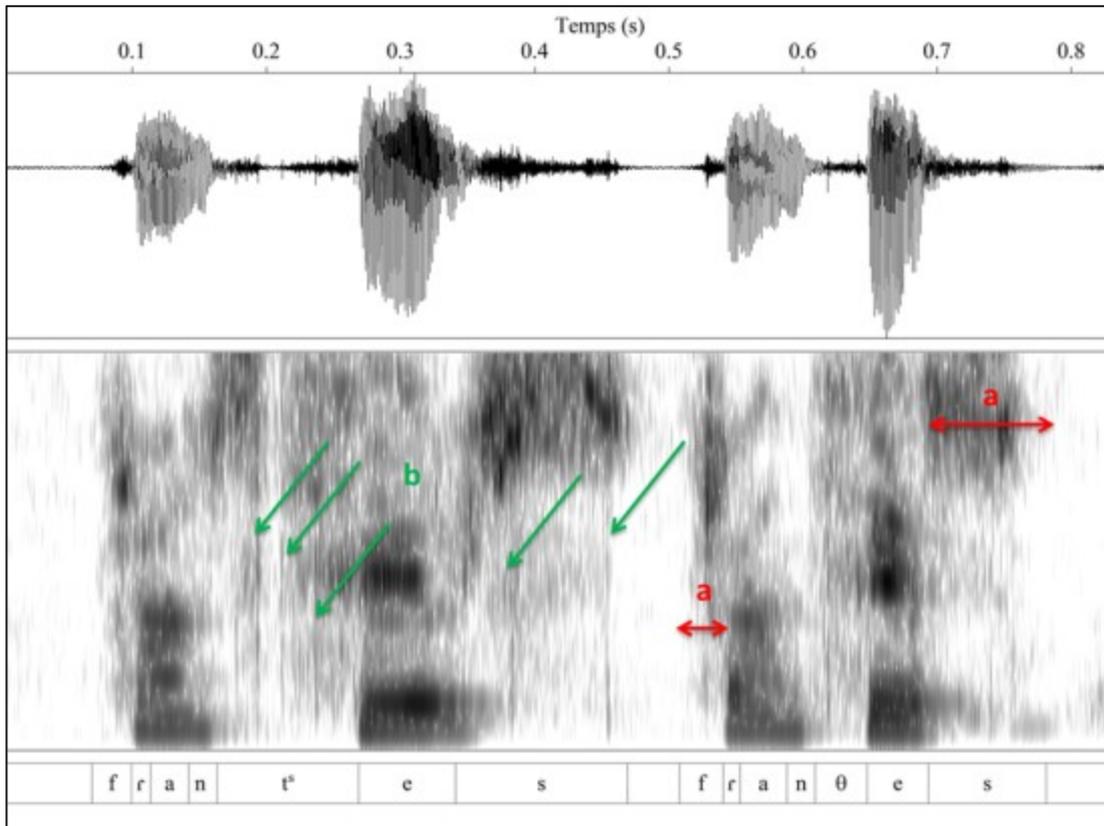


FIGURE 25 Oscillogramme et spectrogramme pour le mot "francès" (fr. français) produit par une patiente aphasique de Broca. La durée segmentale marquée avec la lettre a correspond à la fricative finale [s]. La lettre b signale les barres d'explosion dans la réalisation de la consonne dentale /t/ perçue avec un appui articulaire (cf. texte).

3) Nombre de barres d'explosion

Le paramètre du nombre de barres d'explosion correspond au nombre total des barre observé pour la consonne cible. Un exemple est fourni dans la Figure 26.

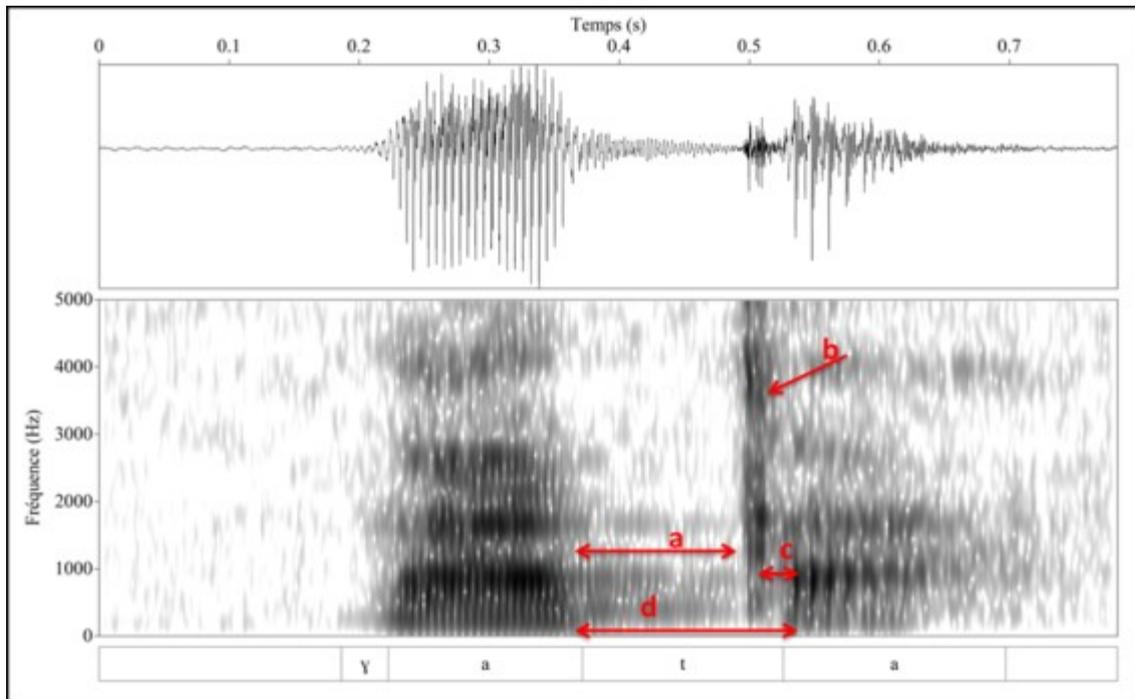


FIGURE 26 Oscillogramme et spectrogramme pour le mot cible "gata". La flèche marquée avec la lettre *b* indique les barres d'explosions correspondantes à l'occlusives dentale intervocalique /t/.

4) Durée des explosions

La durée des explosions correspond à la somme des durées des barres d'explosion et de la durée de l'intervalle entre les barres, comme illustré dans la Figure 26. Quand l'intervalle entre deux barres d'explosions était supérieur à 10 ms. (p. ex. Figure 25) nous ne l'avons pas pris en considération dans les mesures de la durée des explosions.

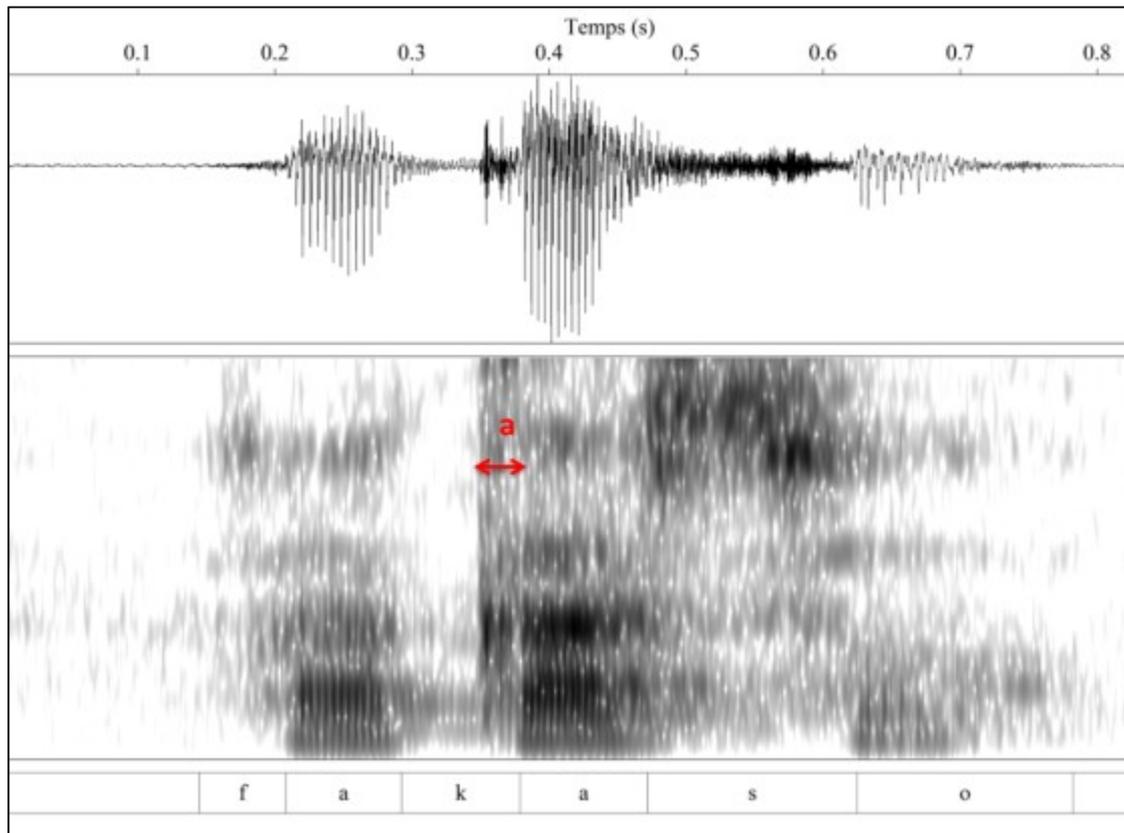


FIGURE 27 Oscillogramme et spectrogramme pour le mot cible "fracaso" (fr. échec) prononcé avec une omission. La lettre a indique la durée des explosions correspondante aux barres d'explosion de l'occlusive vélaire /k/.

5) Durée du bruit fricatif

La durée du bruit fricatif est calculée pour le bruit fricatif visible sur le spectrogramme des consonnes fricatives et des affriquées (cf. Figure 28). En ce qui concerne les occlusives, elle correspond au bruit fricatif qui suit la barre d'explosion lorsqu'elle existe.

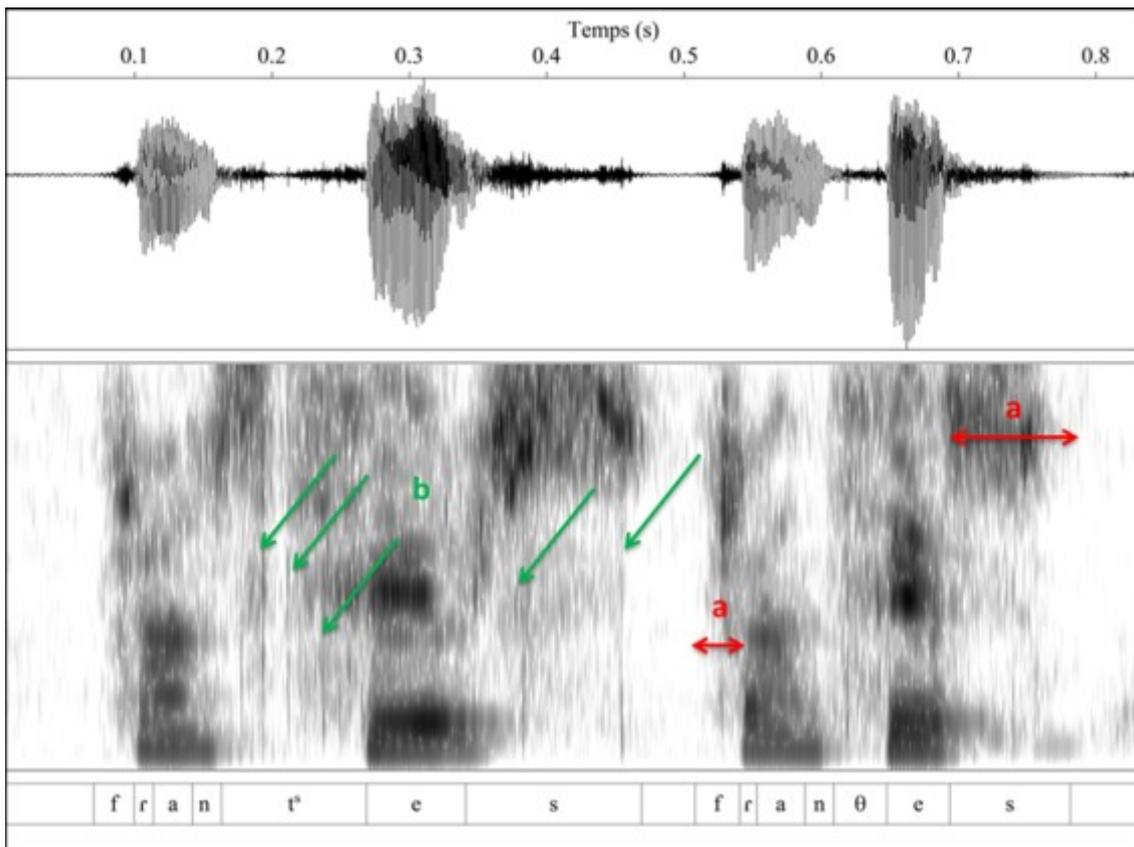


FIGURE 28 Oscillogramme et spectrogramme pour le mot cible "francès". La lettre a correspond à la durée du bruit fricatif de la consonne fricative /s/ à la fin du mot.

6) VTT

Le VTT correspond au délai nécessaire à l'arrêt des vibrations laryngées après la fermeture articulaire, visibles sur le spectrogramme sous forme d'énergie régulière dans les basses fréquences pendant la tenue consonantique. Précisons que lorsque la barre de voisement dure pendant toute la tenue, le VTT est 0 pour ne pas coder une même réalité deux fois dans deux paramètres différents. La Figure 29 illustre cette mesure.

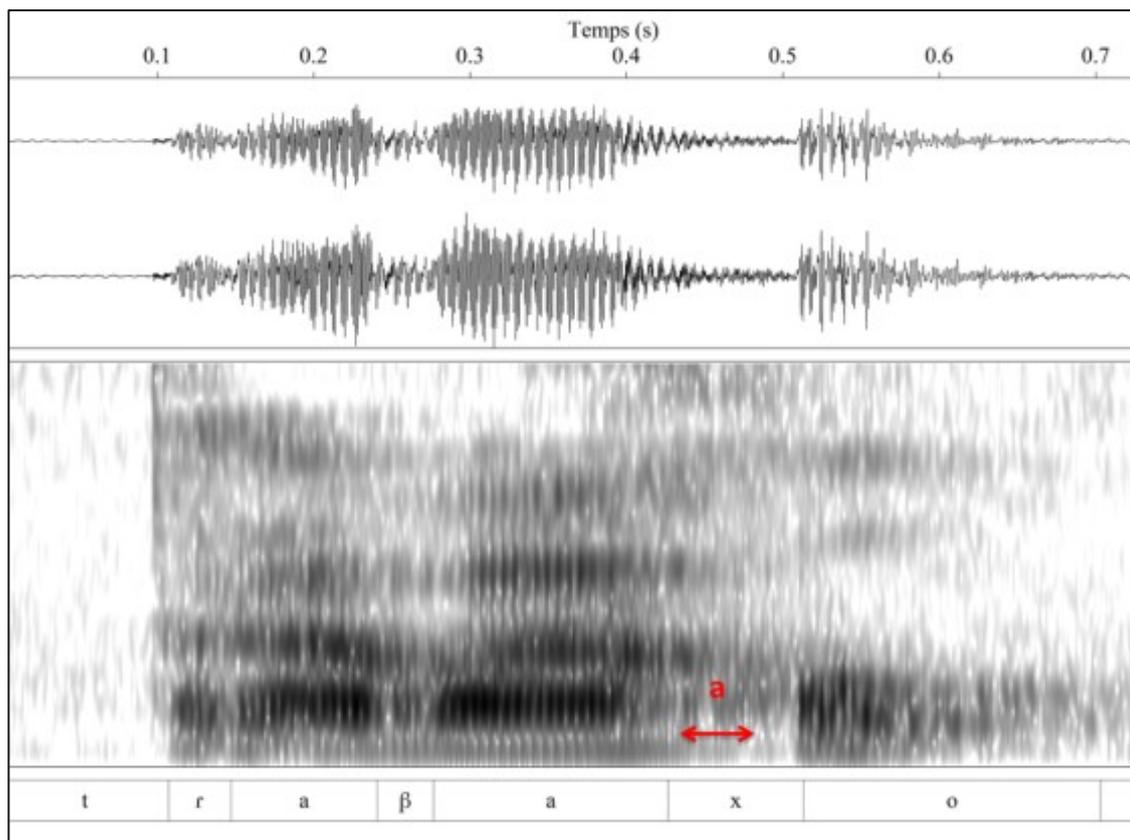


FIGURE 29 Oscillogramme et spectrogramme pour le mot cible "trabajo" (fr. travail) produit par un patient aphasique de conduction. La lettre a correspond au paramètre de VTT pendant la durée de l'a consonne fricative sonorisée [x].

7) FTT

Le FTT correspond au délai nécessaire à l'arrêt de l'énergie appartenant aux formants du son vocalique précédent. La Figure 30 illustre cette mesure.

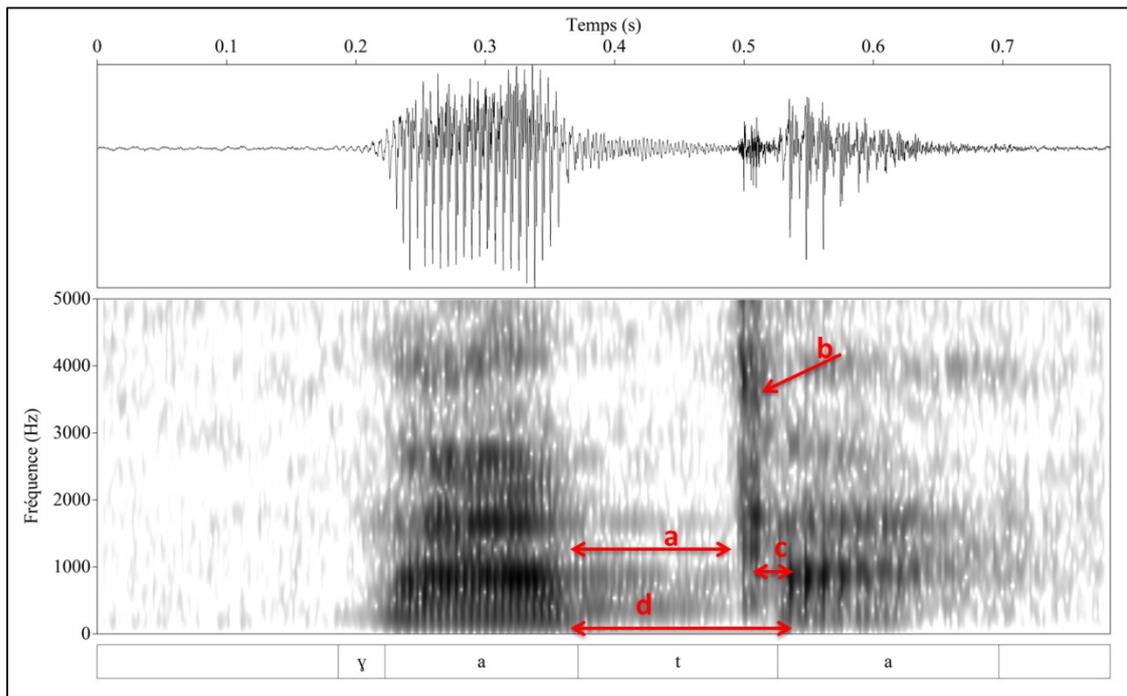


FIGURE 30 Oscillogramme et spectrogramme pour le mot "gata". Avec la lettre a, nous avons signalé le paramètre FTT pendant la durée de l'occlusion de la consonne /t/.

PARTIE III

RESULTATS

RESULTATS GLOBAUX

Nous commencerons cette partie consacrée aux résultats par un examen global de la production des sujets examinés dans cette étude. L'objectif de cette démarche est de fournir un premier niveau de lecture des données collectées qui servira de base pour les analyses ultérieures.

Nous avons recueilli au total 7830 productions, dont 1465 ont été perçues comme erronées (tous types d'erreurs confondus), ce qui correspond à 17.8% de la totalité de la production. Rappelons ici que sont classées comme « erreur » toutes les productions pour lesquelles le phonème perçu par l'interlocuteur diffère du phonème cible défini par la norme de prononciation de l'espagnol. Nous constatons que le groupe Broca a commis davantage d'erreurs que les deux autres groupes : 990 erreurs (62% de la totalité des réalisations) dans le groupe Broca vs. 435 erreurs (21%) dans le groupe conduction et 40 erreurs (2%) pour le groupe contrôle. Ce résultat est illustré dans la Figure 31.

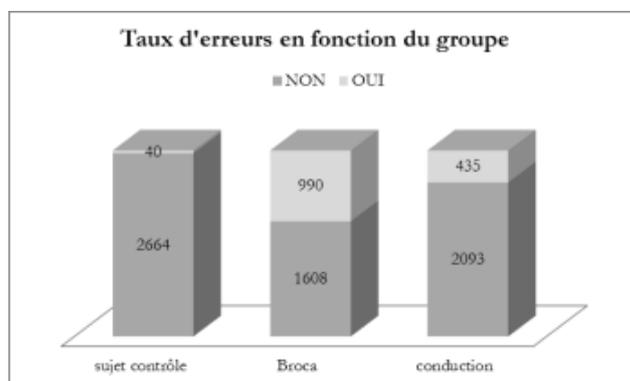


FIGURE 31 Taux d'erreurs en fonction du groupe (Broca, conduction, contrôle). Toutes erreurs confondues.

En ce qui concerne la distribution des erreurs, le taux d'erreurs en fonction du type d'erreur est donné dans la Figure 32. On constate que les substitutions segmentales (par une réalisation perçue comme correspondant à l'un des phonèmes cible de l'étude ou par d'autres phonèmes) constituent le type d'erreur le plus fréquent avec 714 cas, ce qui correspond à 49% de la totalité des erreurs. Cette catégorie est suivie les omissions avec 159 erreurs (11%) et les erreurs multiples (10%). Les déplacements, les erreurs d'appui articulaire et les substitutions contextuelles (gémation) sont également relativement fréquents dans notre corpus d'erreurs avec 87 (6%), 73 (5%) et 49 (3%) erreurs, respectivement.

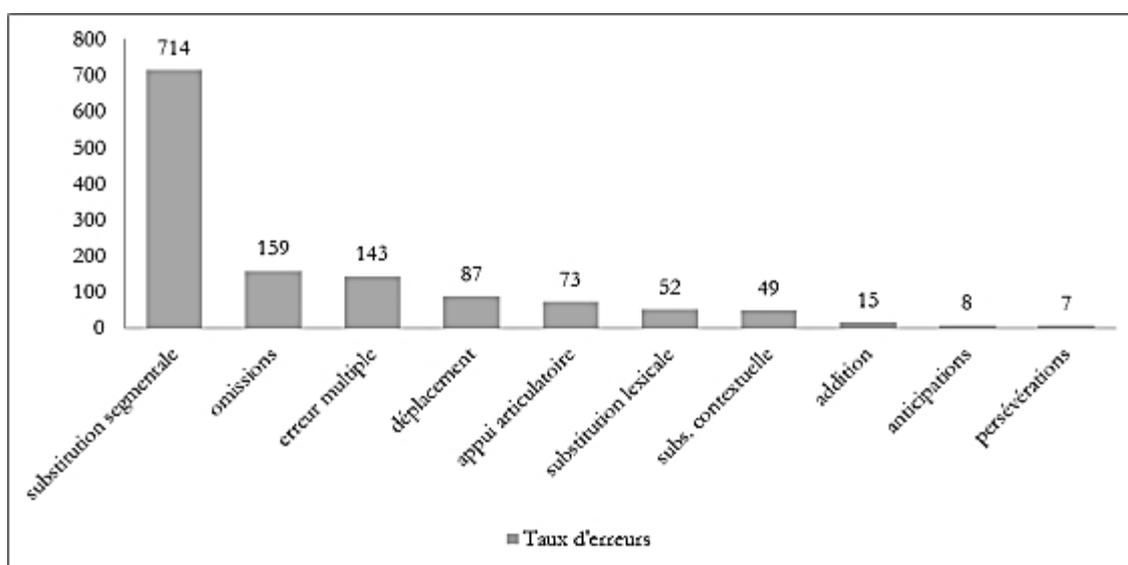


FIGURE 32 Distribution des erreurs dans le corpus (tous sujets confondus)

Le Tableau 21 présente la distribution des erreurs segmentales (i.e. qui affectent le mot au niveau du phonème) en fonction du phonème cible. Nous constatons qu'en ce qui concerne les consonnes cible, les occlusives sonores /g/ et /b/ semblent les plus susceptibles de générer une erreur de substitution avec 155 et 126 erreurs respectivement. Le phonème affriqué /tʃ/ semble par ailleurs le plus préservé avec 16 erreurs, dont 11 substitutions. Parmi les fricatives, les phonèmes /f/ et /x/ ont été les plus souvent substitués avec 68 et 53 erreurs respectivement. Par ailleurs, les erreurs d'appui articulaire portent le plus souvent sur les consonnes /x/ et /θ/. En ce qui concerne les omissions, l'occlusive vélaire /k/ a été le phonème le plus souvent omis. Finalement, nous observons que l'occlusive bilabiale a été le plus souvent gémée avec 21 erreurs

Distribution des erreurs segmentales (sujets et tâches confondus)								
							Total	
		Substitution	Omission	Substitution autre	Addition	Substitution contextuelle		Appui articulatoire
Consonne cible	p	42	20	4	1	21	2	88
	t	30	12	7	3	0	2	52
	k	36	33	6	3	7	6	85
	b	126	14	2	1	3	2	146
	d	64	22	11	1	3	4	101
	g	155	16	21	2	2	2	196
	f	68	12	7	2	5	7	94
	s	9	11	2	1	2	6	25
	θ	35	5	11	0	2	20	53
	x	53	14	11	0	3	20	81
	tʃ	11	0	3	1	1	2	16
Total		629	159	85	15	49	73	937

TABLEAU 21 Distribution des erreurs segmentales (qui affectent le mot au niveau du phonème), sujets et tâches confondus, en fonction de la consonne cible.

Le Tableau 22 présente une matrice des confusions qui permet de comparer les phonèmes cibles avec les phonèmes perçus. Il fait émerger des tendances préférentielles qui s'observent dans les erreurs : la tendance à assourdir les consonnes occlusives sonores, la tendance à occlusiviser les consonnes fricatives /f/ et /x/ et, à un moindre degré /θ/, et finalement, la tendance à fricativiser la consonne occlusive vélaire /g/. Ces tendances s'observent dans les deux groupes, bien que plus dans le groupe Broca que dans le groupe de conduction.

Matrice des confusions (sujets et tâches confondus)													
		Consonne perçue											Total
		p	t	k	b	d	g	f	s	θ	x	tʃ	
Consonne cible	p	0	10	10	7	0	1	12	1	1	0	0	42
	t	5	0	12	4	1	1	2	5	0	1	5	30
	k	9	9	0	1	2	4	1	3	7	4	2	36
	b	105	3	5	0	3	0	9	1	0	0	0	126
	d	2	42	8	1	0	3	0	2	6	1	4	64
	g	9	5	123	4	6	0	5	2	1	27	2	155
	f	45	6	6	3	1	0	0	5	2	5	3	68
	s	0	4	2	0	0	1	2	0	0	2	3	9
	θ	2	18	3	0	1	0	0	11	0	7	2	35
	x	0	0	44	0	1	3	2	3	0	0	2	53
	tʃ	1	6	1	0	1	0	1	1	0	1	0	11
Total		178	103	214	20	16	13	34	34	17	48	23	629

TABLEAU 22 Matrice des confusions, tous sujets et toutes tâches confondus.

Finalement, les Tableau 23-24 présente des matrices de confusion pour chaque groupe aphasique. Nous constatons que les tendances à assourdir et la fricativiser sont présentes dans les deux groupes étudié, bien que à des degrés différents. Les erreurs des sujets contrôle sont trop peu nombreux pour que cela mérite, à notre avis, une analyse particulière.

Les matrices des confusions pour chaque sujet aphasique séparément sont données dans les annexes.

Matrice des confusions groupe Broca

		Consonne perçue										Total	
		p	t	k	b	d	g	f	s	θ	x		ʃ
Consonne cible	p	260	1	6	5	0	0	3	0	0	0	0	275
	t	2	190	11	3	1	1	1	4	0	1	5	219
	k	4	5	243	1	0	0	0	2	0	1	1	257
	b	76	3	5	96	1	0	5	1	0	0	0	187
	d	0	34	6	1	122	1	0	2	2	1	3	172
	g	7	1	78	1	2	98	4	2	1	12	2	208
	f	35	5	5	2	0	0	137	4	1	2	3	194
	s	0	4	1	0	0	1	0	180	0	1	3	190
	θ	2	17	3	0	1	0	0	7	132	3	1	166
	x	0	0	40	0	1	2	0	1	0	76	0	120
ʃ	1	4	1	0	1	0	1	0	0	0	74	82	
Total		387	264	399	109	129	103	151	203	136	97	92	2070

TABLEAU 23 Matrice des confusions pour le groupe Broca

Matrice des confusions groupe conduction													
		Consonne perçue										Total	
		p	t	k	b	d	g	f	s	θ	x		ʃ
Consonne cible	p	287	8	4	2	0	1	9	1	1	0	0	313
	t	3	236	1	1	0	0	0	1	0	0	0	242
	k	4	4	281	0	1	3	1	1	7	3	1	306
	b	28	0	0	170	2	0	4	0	0	0	0	204
	d	1	4	2	0	177	2	0	0	4	0	1	191
	g	2	3	40	2	2	174	1	0	0	14	0	238
	f	9	1	1	0	1	0	190	1	1	3	0	207
	s	0	0	1	0	0	0	2	207	0	1	0	211
	θ	0	1	0	0	0	0	0	4	178	4	1	188
	x	0	0	2	0	0	1	2	2	0	116	2	125
ʃ	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	77	81	
Total		334	259	332	175	183	181	209	218	191	142	82	2306

TABLEAU 24 Matrice des confusions pour le groupe conduction

NOMBRE D'ERREURS AU NIVEAU SEGMENTAL

Objectif global

L'objectif de cette première partie est de déterminer quels sont les facteurs qui contribuent à l'apparition d'erreurs chez les sujets aphasiques. Notre recherche s'intéresse particulièrement aux erreurs qui résultent en la transformation de la forme sonore du mot au niveau segmental (c.à.d. qui portent sur le phonème, par exemple les erreurs correspondant à la substitution, l'omission ou l'addition d'un segment, ou encore à la substitution contextuelle, etc.). Dans ce chapitre nous nous intéresseront uniquement aux erreurs de ce type.

Objectifs particuliers

Les objectifs particuliers de cette partie consistent à :

- Déterminer la distribution des erreurs en fonction de la pathologie et des effets des facteurs phonétiques et psycholinguistiques de l'étude ;
- Identifier les mécanismes sous-jacents de la génération des erreurs de différents types (substitution, omission, déplacements, addition, etc.) en relation avec les architectures modulaires de la production verbale.

À partir de la revue de la littérature, nous avons identifié les facteurs suivants susceptibles d'avoir un effet sur la production aphasique correcte ou incorrecte (cf. partie I, chapitre 1 et 3). Les analyses rapportées ci-après reposent sur la classification des erreurs que nous avons décrite en détail dans le chapitre précédent. Rappelons ici que cette classification se

base sur la comparaison entre le phonème cible (occlusives sourdes et sonores, fricatives et affriquée de l'espagnol), produites dans les tâche de lecture et de répétition par des patients aphasiques participant dans cette recherche, et la perception de cette production de l'interlocuteur.

Note préalable

Les analyses rapportées ci-après se limitent à la production des sujets aphasiques (groupes Broca et conduction), les productions des sujets contrôle ont été exclues de cet examen.

Dans le groupe contrôle, les erreurs correspondent à 1.5% de la totalité de la production et sont observées presque exclusivement chez une locutrice. Sur 680 productions des phonèmes cible, 38 présentent une erreur, ce qui correspond à 5.5% sur la totalité de la production chez cette locutrice. Parmi ces erreurs, 10 ont été classifiées comme « substitutions contextuelles », p. ex. *adaptar* [aða'ttar], *abdomen* [a'ððomen], 16 correspondent à des substitutions consonantiques par /p/ (4), /t/ (5) et (k) (7), p. ex. *glotón* [klo'ton], *magno* ['makno], les autres erreurs sont réparties parmi différentes catégories. Nous interprétons ces erreurs comme étant fréquent dans le registre courant, relâché de la langue.

Résultats des analyses

Analyses statistiques

Les résultats rapportés ci-après ont été obtenus à partir de modèles de régression logistique à effets mixtes, dans lesquels les sujets et les items ont été introduits comme variables aléatoires, et la pathologie, la tâche, l'accent, la fréquence lexicale, la fréquence syllabique, la sonorité cible, le mode d'articulation cible, le contexte phonétique, la structure syllabique et la complexité syllabique ont été introduites comme variables explicatives. La variable réponse correspond dans chaque modèle au type d'erreur étudié. Notre choix du modèle est motivé par le fait que, bien que notre protocole ait permis de recueillir plusieurs valeurs de la variable réponse pour un même sujet, il ne nous garantit pas l'indépendance des observations qui pourraient être liées aux sujets ou aux items.

Nous avons exclus des présentes analyses les erreurs qui affectent les unités au-delà du segment (i.e. les erreurs multiples, les erreurs de déplacement, les omissions de syllabes et les substitutions lexicales). Le nombre total d'observations (c.à.d. le nombre total de productions retenues pour les analyses rapportées ci-après) est de 4824.

Des analyses descriptives - les graphiques à barres moyennant le package *sjPlot* (Lüdecke, 2015) - et bivariées - les tableaux de contingence moyennant le package *gmodels* (Warnes, 2013)(Warnes, 2013)(Warnes, 2013) - ont été effectuées à partir des données recueillies de manière à cibler les prédicteurs potentiels. Pour éliminer les variables explicatives redondantes, un test de multicolinéarité a été effectué à l'aide de la fonction *vif* dans le package *car* (Fox & Weisberg, 2011). Si deux variables s'avèrent fortement corrélées entre elles, nous n'avons retenu que l'une d'entre elles en fonction de leur pertinence relative en regard de nos hypothèses. Progressivement, les variables n'ayant pas d'effet significatif ont été supprimées du modèle. Dans le modèle final ainsi obtenu, les différences significatives ont été identifiées à l'aide du package *least-square means* (*lsmeans*, Lenth & Hervé, 2015). Dans tous les tests, le seuil de signification a été fixé à 0,05, bien que certains résultats au-dessus de ce seuil aient été rapportés s'ils présentent un intérêt particulier pour cette étude. Dans ces cas-là, ils ont été dûment signalés comme non significatifs. Tous les tests ont été réalisés avec le logiciel R 3.1.2., version pour Windows (R Development Core Team, 2008).

Résultats

Nombre global d'erreurs

Le but de l'analyse rapportée ci-dessous consiste à identifier les facteurs qui ont un impact sur la production globale d'erreurs dans les deux groupes de patients (Broca et conduction).

Les résultats montrent qu'il existe un effet significatif de la pathologie (Wald-X2(1)=50.601, $p=.024$), de la fréquence lexicale (Wald-X2(3)=162.380, $p=.001$), de la fréquence syllabique (Wald-X2(3)=80.007, $p=.046$), du contexte (Wald-X2(4)=366.776, $p>.000$), de la complexité syllabique (Wald-X2(1)=66.254, $p=.010$), de la sonorité-cible (Wald-X2(1)=614.119, $p<.000$), du mode d'articulation cible (Wald-X2(2)=74.247, $p=.024$) et de la tâche (Wald-X2(1)=63.626, $p=.012$) sur le nombre d'erreurs segmentales. Des effets d'interaction entre la pathologie et la sonorité-cible (Wald-X2(1)=53.449, $p=.021$) et entre la pathologie et la tâche (Wald-X2(1)=42.545, $p=.039$) ont également pu être mis en évidence. L'accent et les autres interactions n'ont pas d'effet significatif sur la probabilité d'apparition d'une erreur segmentale ($p>.050$). Les résultats significatifs du modèle sont donnés dans le Tableau 25.

TABLEAU

Variable	Wald X ²	d.f.	<i>p</i> value
PATHOL	50.601	1	0.024
Flex	162.380	3	0.001
Fsyll	80.007	3	0.046
Lcontext_recodif	366.776	4	0.000
Complex_syll	66.254	1	0.010
Lsonore	914.119	1	0.000
Locclus	74.247	2	0.024
Tache	63.626	1	0.012
PATHOL:Lsonore	53.449	1	0.021
PATHOL:Tache	42.545	1	0.039

TABLEAU 25 Résumé des effets significatifs du modèle : Quels facteurs prédisent l'apparition de l'erreur ?

Les analyses *post hoc* moyennant le package *lsmeans* permettent d'identifier les contrastes significatifs pour les variables participant dans les interactions et les niveaux des variables pour les effets principaux.

Globalement, le groupe Broca fait davantage d'erreurs par rapport au groupe conduction, pour ce groupe les *odds ratio* augmentent de 4.33 fois ($p=.018$), les probabilités d'erreur dans les groupe Broca et conduction, toutes autres variables confondues, étant respectivement de 31% et 9%.

De manière globale, on observe plus d'erreur dans la tâche de répétition par rapport à la lecture, les *odds ratio* diminuent de 1.30 en lecture par rapport à la répétition ($p=.003$). La probabilité d'apparition d'une erreur, toutes autres variables confondues, est de 4.7% en lecture et 5.5% en répétition.

Néanmoins, l'existence d'un effet significatif d'interaction entre la pathologie et la tâche met en évidence que l'effet de la tâche sur le nombre d'erreurs n'est pas homogène dans les deux groupes de sujets. Les résultats montrent que, d'un côté, les différences entre les deux modalités (lecture et répétition) ne sont pas significatives dans le groupe Broca (probabilités de 30.7% et 32.5% respectivement), tandis que dans le groupe conduction, les *odds ratios* diminuent de 1.57 fois ($p=.008$) dans la tâche de lecture par rapport à la répétition, la probabilité d'observer une erreur en répétition étant respectivement de 7% et 11% (cf. Figure 33). D'un autre côté, on observe davantage d'erreurs dans la tâche de lecture pour le groupe Broca par rapport au groupe conduction tandis que la différence entre ces deux groupes dans la tâche de répétition n'est pas significative. En lecture, les *odds ratio* augmentent de 5.22 fois ($p=.042$) pour le groupe Broca par rapport au groupe conduction, les probabilités étant respectivement de 30.7% et 7.8%.

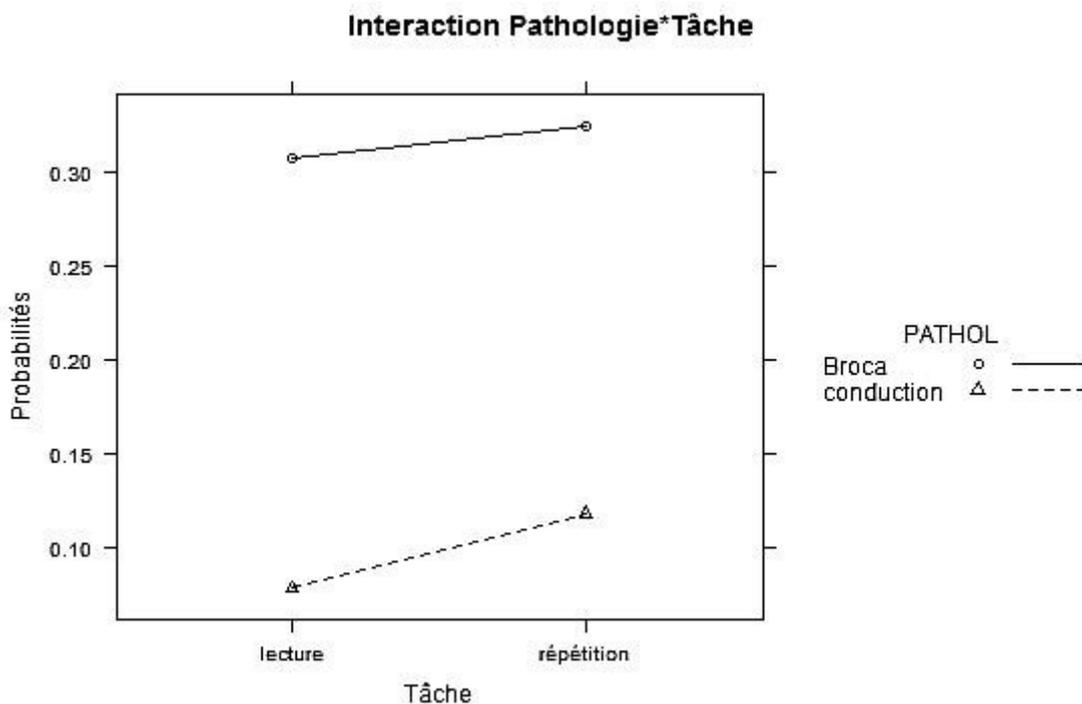


FIGURE 33 Probabilités d'observer une erreur en fonction de l'interaction entre la pathologie et la tâche.

Concernant l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible, rappelons que nous observons des effets simples de la pathologie et de la sonorité cible (cf. supra) ainsi qu'un effet d'interaction entre la pathologie et la sonorité. Ainsi, non seulement les aphasiques de Broca font plus d'erreurs globalement que ceux de conduction, mais de plus, la probabilité

d'observer une erreur est supérieure pour les consonnes cible sonores que pour les sourdes : par rapport aux phonèmes cible sourds, les *odds ratio* augmentent de 4.14 fois pour les phonèmes sonores ($p=.000$), la probabilité d'erreur étant de 31% et 10% pour les consonnes sonores et sourdes respectivement.

L'effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité montre que la probabilité d'erreur dans les deux groupes varie de manière significativement différente en fonction de la sonorité cible de la consonne, la différence de probabilité d'erreur entre les sourdes et sonores cible est largement supérieure dans le groupe Broca par rapport au groupe conduction.

Ainsi, pour le groupe Broca, les *odds ratio* augmentent de 5.17 fois pour les consonnes sonores par rapport aux sourdes ($p=.000$), les probabilités étant respectivement de 51.2% et 16.0%, et dans le groupe conduction, les *odds ratio* augmentent de 3.32 de manière également très significative ($p=.000$), les probabilités étant de 16.3% et 5.6%.

Néanmoins, la différence entre les erreurs sur les consonnes cible sonores est significativement supérieure pour le groupe Broca par rapport au groupe conduction : les *odds ratio* augmentent de 5.39 pour le groupe Broca par rapport au groupe conduction ($p=.037$) pour cette catégorie de sons, les probabilités pour ces deux groupes étant respectivement de 51.2% et 16.3%. La Figure 34 permet d'illustrer ce résultat.

Pour les sourdes, les différences entre les groupes ne sont pas significatives ($p<.05$).

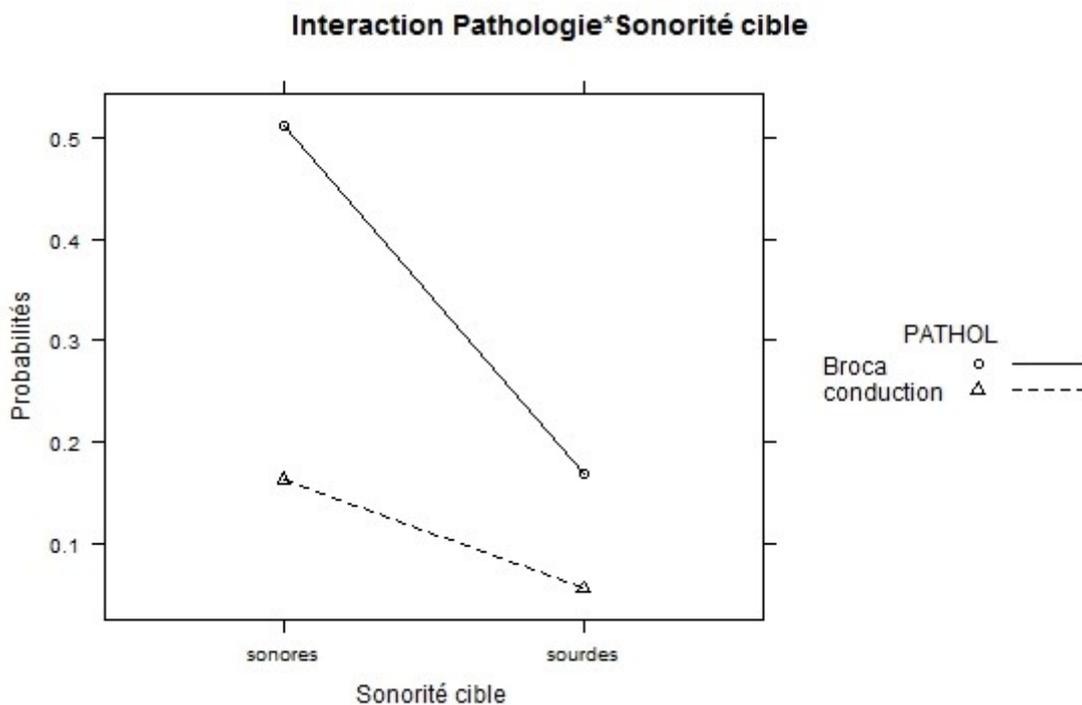


FIGURE 34 Probabilités d'observer une erreur en fonction de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible.

Concernant les effets principaux sur le nombre d'erreurs segmentales, rappelons que nous observons un effet de la fréquence lexicale (Wald $X^2(3)=162.38$, $p=.001$), de la fréquence syllabique (Wald $X^2(3)=80.00$, $p=.045$), du contexte phonétique (Wald $X^2(4)=366.77$, $p=.000$), de la complexité syllabique (Wald $X^2(1)=66.25$, $p=.010$) et du mode d'articulation (Wald $X^2(2)=74.24$, $p=.024$).

Ainsi nous constatons en premier lieu que la probabilité d'observer une erreur augmente avec la fréquence lexicale (cf. Figure 35). On identifie des contrastes statistiquement significatifs entre les mots à fréquence lexicale 1 (les moins fréquents) et les mots plus fréquents (à fréquence lexicale 3 et 4). Les *odds ratio* augmentent de 1.73 fois pour les mots non fréquents par rapport aux mots de fréquence lexicale 3 ($p=.004$), et de 1.87 par rapport aux mots de fréquence lexicale 4 ($p=.002$). Les probabilités d'observer les erreurs pour les 4 niveaux de la variable sont respectivement (de 1 à 4) de 24%, 19%, 15% et 14%.

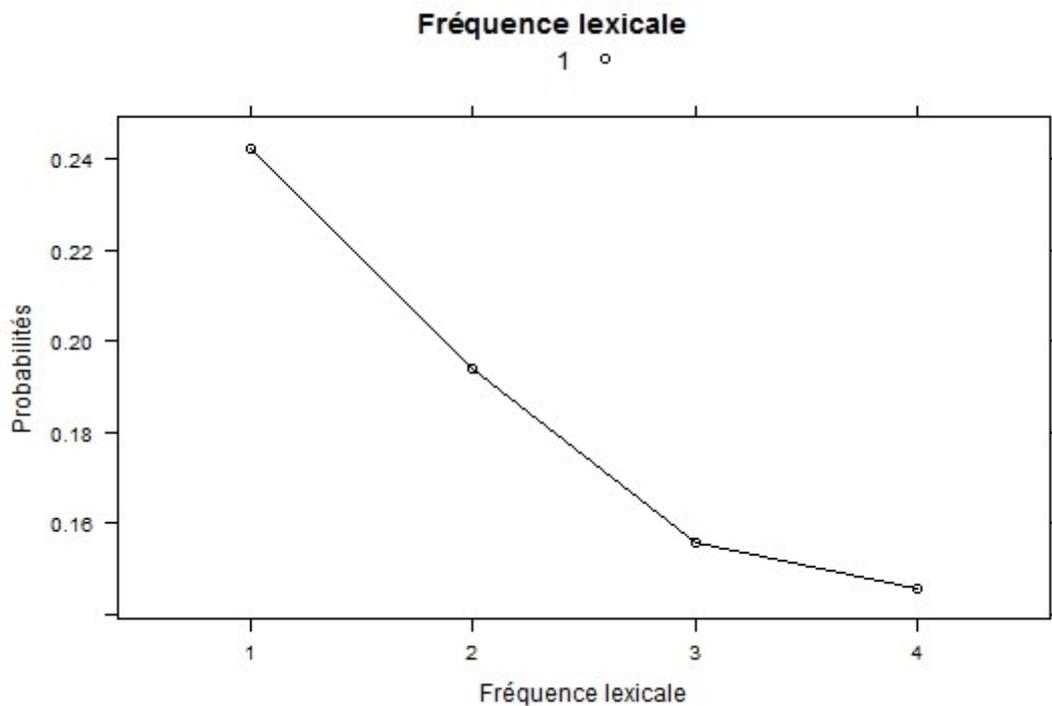


FIGURE 35 Probabilités d'observer une erreur en fonction de la fréquence lexicale

La probabilité d'observer une erreur varie également en fonction de la fréquence syllabique. La différence significative a été identifiée entre les syllabes de fréquence syllabique 3 et les syllabes les plus fréquentes (fréquence syllabique 4). Les *odds ratio* augmentent de 1.63 fois entre les syllabes de fréquence 3 et les plus fréquentes ($p=.035$), les probabilités d'observer une erreur sont respectivement de 20% et 13% pour ces deux contextes. Les différences

entre les autres niveaux ne sont pas significatives. Toutes les probabilités prédites par le modèle sont respectivement de 20%, 19%, 20% et 13%.

La Figure 36 illustre ce résultat.

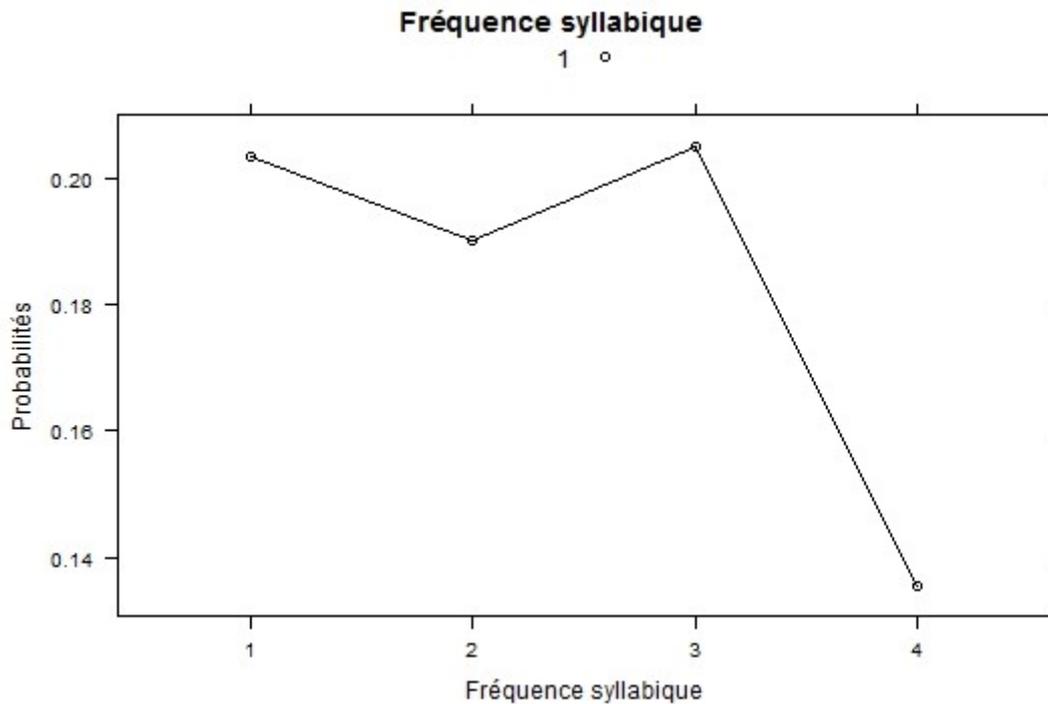


Figure 36. Les probabilités d'observer une erreur en fonction de la fréquence syllabique.

En ce qui concerne les effets du contexte phonétique et de la complexité syllabique, nous observons que les chances d'observer une erreur diminuent de 1.55 fois ($p=.009$) pour la structure syllabique CV (simple) par rapport à toutes les autres structures syllabiques (plus complexes). Les probabilités d'observer une erreur dans ces contextes sont de 15% (structure CV) et 22% (structures complexes).

L'examen de l'effet de la variable contexte phonétique révèle que la position intersonorante est significativement moins vulnérable à l'erreur par rapport aux positions initiale (post-pausale) et aux contextes C-V et V-C tandis que les autres contrastes ne sont pas significatifs. Ainsi, pour le contexte initial, les *odds ratio* augmentent de 2.75 fois par rapport au contexte intersonorant de manière très significative ($p=.000$). Pour le contexte intersonorant, les *odds ratio* diminuent de 1.97 fois par rapport au contexte C-V ($p=.007$) et diminuent de 2.00 fois par rapport au contexte V-C ($p=.014$). Les autres contrastes entre les différents contextes ne sont pas significatifs. Les probabilités d'observer une erreur, illustrées dans la Figure 37, sont respectivement de 25% (initiale), 11% (intersonorante), 19% (C_V), 21% (V_C) et 17% (finale).

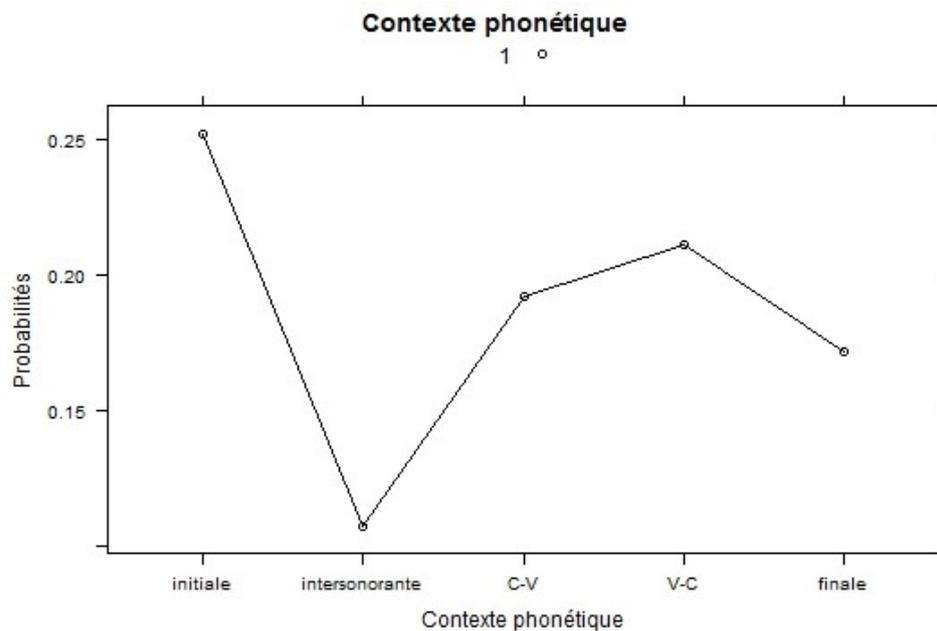


Figure 37. Probabilités d'observer une erreur en fonction du contexte phonétique.

Concernant le mode d'articulation, les analyses *post hoc* montrent que la probabilité d'erreur est supérieure pour les consonnes fricatives : les *odds ratio* diminuent de 1.54 fois pour les consonnes occlusives par rapport aux consonnes fricatives ($p=.017$). Les autres contrastes ne sont pas significatifs. Ce résultat est illustré dans la Figure 38.

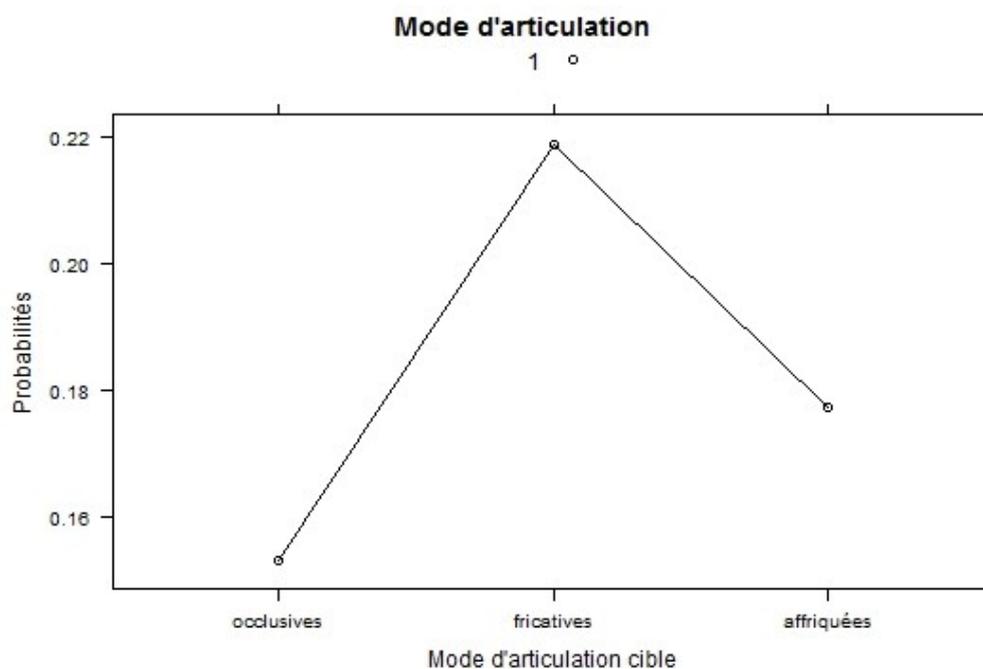


Figure 38. Probabilités d'observer une erreur en fonction du mode d'articulation.

Nombre d'erreurs de substitution

L'objectif particulier des analyses rapportées ci-après consiste à déterminer les facteurs susceptibles d'avoir une incidence sur la probabilité d'observer une erreur de substitution segmentale par rapport à l'ensemble des productions (correctes ou autres types d'erreur segmentale). Rappelons que nous avons écarté de ces analyses les erreurs non-segmentales c.à.d. celles qui altèrent la forme du mot au-delà du segment (les substitutions lexicales, les erreurs de déplacement, les erreurs multiples, etc.).

Nous avons observé l'effet significatif de la pathologie (Wald $X^2(1)=3.95$, $p=.046$), de la sonorité cible (Wald $X^2(1)=110.49$, $p=.000$), du mode d'articulation cible (Wald $X^2(2)=10.88$, $p=.004$), de la fréquence lexicale (Wald $X^2(3)=9.52$, $p=.023$), de la fréquence syllabique (Wald $X^2(3)=11.13$, $p=.000$), du contexte phonique (Wald $X^2(4)=27.28$, $p=.000$), et des interactions entre la pathologie et la sonorité cible (Wald $X^2(1)=21.35$, $p=.000$), entre la pathologie et le mode d'articulation cible (Wald $X^2(2)=27.86$, $p=.000$) et la pathologie et la fréquence syllabique (Wald $X^2(3)=19.76$, $p=.000$). Il n'y a pas d'effet (significatif) de la tâche, de l'accent ni de la complexité syllabique sur le nombre d'erreurs de substitution ($p>.05$).

L'ensemble des résultats obtenus est résumé dans le Tableau 26.

TABLEAU

Variable	Wald X ²	D.F.	p value
PATHOL	3.95	1	0.047
Lsonore	110.49	1	0.000
Locclus	10.88	2	0.004
Flex	9.52	3	0.023
Fsyll	11.13	3	0.011
Lcontext_recodif	27.28	4	0.000
PATHOL:Lsonore	21.35	1	0.000
PATHOL:Locclus	27.86	2	0.000
PATHOL:Fsyll	19.76	3	0.000

TABLEAU 26 Résumé des effets significatifs du modèle : Quels facteurs prédisent l'apparition de l'erreur de substitution ?

Les tests *post hoc* moyennant le package *lsmeans* met en évidence les contrastes significatifs à l'intérieure de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible. Nous observons un effet simple de la pathologie et de la sonorité cible. Globalement, la probabilité d'observer une erreur de substitution est supérieure dans le groupe Broca que dans le groupe conduction: les *odds ratio* augmentent pour le premier groupe par rapport à ce dernier de 4.14 fois ($p=.013$), les probabilités sont respectivement de 16.1% (Broca) et 4.4% (conduction).

Nous observons par ailleurs que la probabilité d'erreur augmente globalement pour les consonnes sonores par rapport aux sourdes. Les *odds ratio* augmentent de 4.97 fois pour les consonnes sonores face aux sourdes ($p=.000$), la probabilité étant respectivement de 17.3% et 4.0%.

L'interaction entre la pathologie et la sonorité cible révèle que, bien que la probabilité d'observer une erreur de substitution soit sensiblement supérieure pour les consonnes sonores que pour les consonnes sourdes dans les deux groupes de sujets, les différences en fonction de la sonorité-cible est plus importante dans le groupe Broca que dans le groupe conduction. Ainsi, pour le groupe Broca, les *odds ratio* augmentent de 9.09 fois pour les sonores par rapport aux sourdes ($p=.001$) et dans le groupe conduction de 2.72 fois ($p=.001$). Les probabilités pour le groupe Broca sont de 37% et 6%, et pour le groupe conduction de 7% et 3% respectivement. Les *odds ratio* augmentent de 7.57 fois pour les Broca par rapport au groupe conduction ($p=.004$), les probabilités étant respectivement de 37% et 7%.

En revanche, en ce qui concerne les consonnes sourdes, la différence entre les deux groupes de sujets (6% et 3% respectivement) n'est pas significative. Le résultat du test est illustré dans la Figure 39.

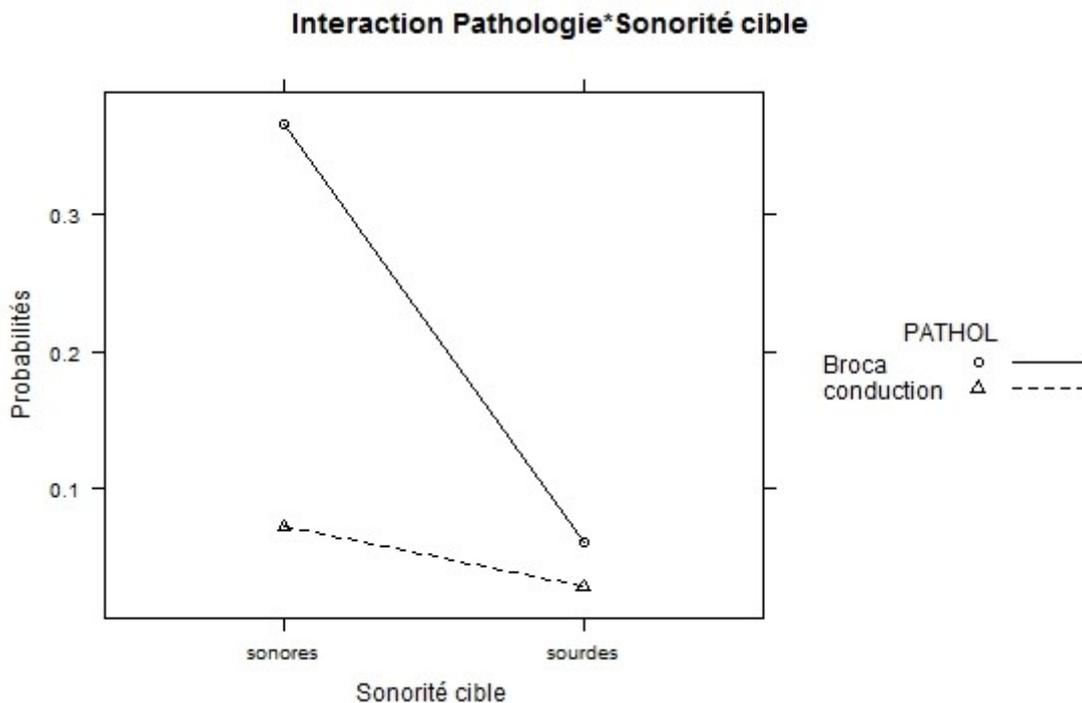


Figure 39. Probabilités d'observer une erreur de substitution en fonction de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible.

En ce qui concerne l'interaction de la pathologie et le mode d'articulation, rappelons que nous observons un effet simple de la pathologie (cf. supra) et un effet simple du mode

d'articulation (Wald $X^2(2)=10.86$, $p=.004$). Ainsi, d'une part, le groupe Broca fait globalement davantage d'erreurs que le groupe conduction.

D'autre part, nous observons que les probabilités d'observer une erreur pour chaque type de phonèmes sont de 7% (occlusives), 10% (fricatives) et 8% (affriquées), le test *post hoc* moyennant *lsmeans* montre pourtant que les contrastes entre ces probabilités ne sont pas significatifs, tout autre variable confondues par ailleurs.

L'examen de l'interaction entre la pathologie et le mode d'articulation de la consonne cible permet d'identifier que, pour le groupe Broca, la probabilité d'erreur de ce type est sensiblement supérieure pour une consonne fricative que pour une consonne occlusive, les *odds ratio* diminuent de 3.12 fois ($p=000$) pour les occlusives par rapport aux fricatives, et les probabilités d'observer une substitution sont respectivement de 27% pour les fricatives et 11% pour les occlusives. Les probabilités calculées par le modèle pour le groupe conduction en fonction du mode d'articulation (5%, 3% et 5% respectivement pour les occlusives, fricatives et affriquées) ne sont pas statistiquement significatives.

Les erreurs de substitutions ont plus de chances d'être observées pour les fricatives pour le groupe Broca par rapport au groupe conduction, *odds ratios* augmentent de 11.55 fois ($p=.000$) pour les fricatives produites par le groupe Broca par rapport au groupe conduction. Les probabilités sont de 27% et de 3%.

Les autres différences ne sont pas significatives. Le résultat est illustré dans la Figure 40.

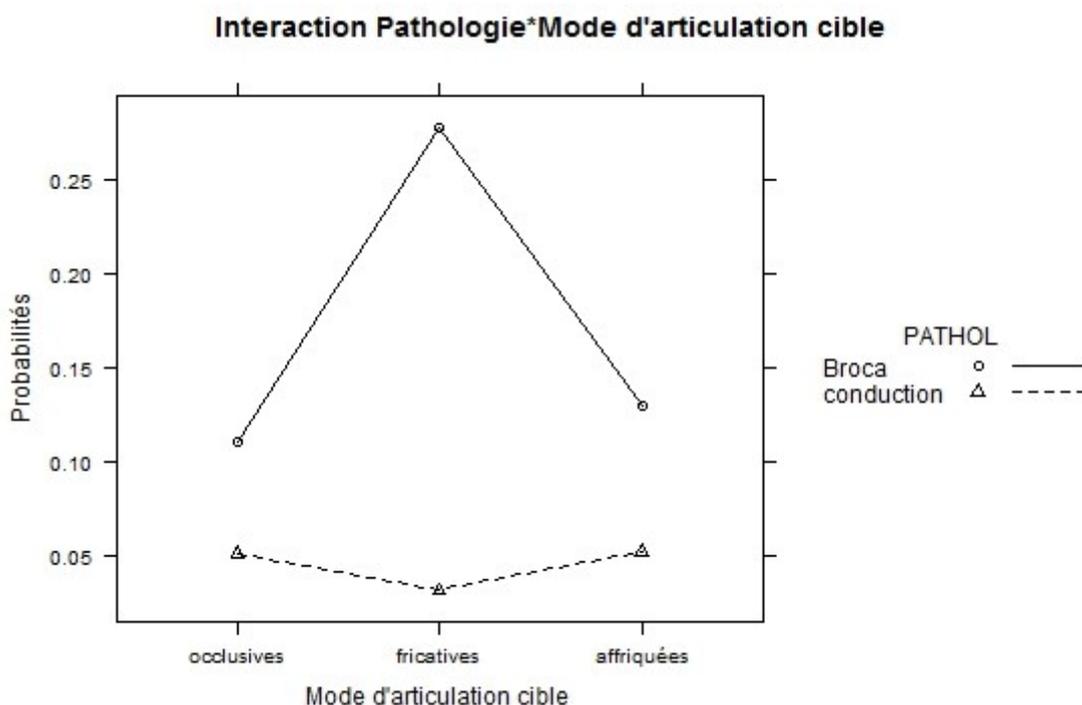


Figure 40. Probabilités d'observer une erreur de substitution en fonction de l'interaction entre la pathologie et le mode d'articulation cible.

L'existence d'un effet significatif d'interaction entre la pathologie et le mode d'articulation nous permet d'analyser l'effet du mode d'articulation séparément pour chaque groupe de sujets.

Ainsi, nous observons que pour le groupe Broca, le mode d'articulation influence la probabilité d'erreur de substitution de manière très significative (Wald $X^2(2)=34.31$, $p=.000$). L'examen des contrastes montre que les consonnes fricatives sont significativement plus vulnérables à l'erreur de ce type par rapport aux autres catégories de phonèmes. Les *odds ratio* diminuent pour les consonnes occlusives par rapport aux fricatives de 3.40 fois ($p=.000$). Par ailleurs, les *odds ratio* augmentent pour la catégorie fricatives par rapport aux affriquées de 2.89 fois ($p=.049$). Les probabilités d'erreur dans ce groupe de sujets sont respectivement de 8.69 % pour les occlusives, 24.44% pour les fricatives et 10.05% pour les affriquées. Ce résultat est illustré à la Figure 41.

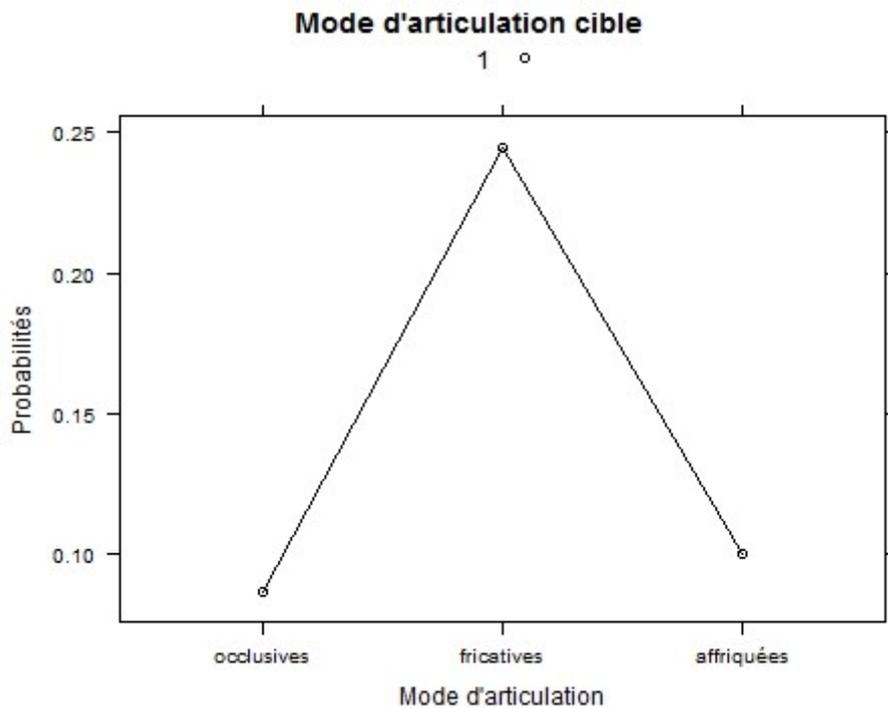


Figure 41. Probabilités d'observer une erreur de substitution en fonction du mode d'articulation pour le groupe Broca.

Par contre, si analysé séparément, l'effet du mode d'articulation cible s'avère non significatif pour le groupe conduction ($p=.117$). Les probabilités d'erreur de substitution montrent un patron opposé à celui du groupe Broca (cf. Figure 42), néanmoins, les contrastes entre les catégories ne sont pas significatifs.

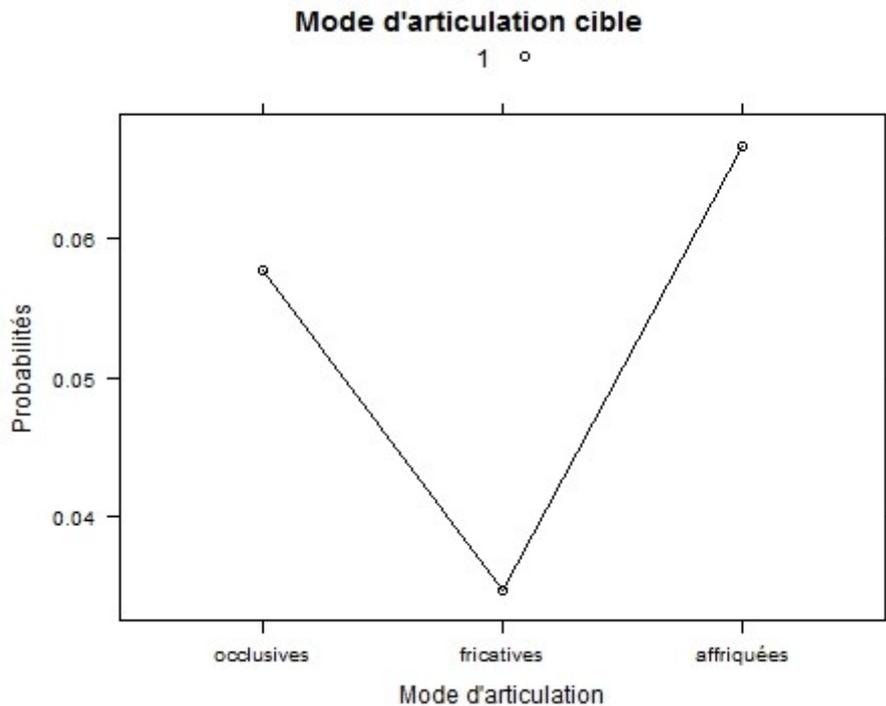


Figure 42. Probabilités d'observer une erreur de substitution en fonction du mode d'articulation pour le groupe conduction.

En ce qui concerne l'interaction entre la pathologie et la fréquence syllabique, rappelons d'abord que nous observons un effet simple de la pathologie (cf. supra) : le groupe Broca a plus de chances de faire une erreur par rapport au groupe conduction.

Quant à l'effet simple de la fréquence syllabique ($Wald X^2(3)=19.76, p=.000$), la probabilité d'observer une substitution segmentale augmente avec la fréquence de la manière suivante : les *odds ratio* augmentent de 2.30 fois pour les syllabes les moins fréquentes par rapport aux syllabes les plus fréquentes ($p=.001$) ; ils augmentent de 1.98 fois pour les syllabes à fréquence 2 par rapport aux syllabes à fréquence 3 ($p=.009$) et de 1.77 pour les syllabes à fréquence 3 par rapport aux syllabes les plus fréquentes ($p=.036$). Les probabilités respectives pour les différentes modalités sont (des moins fréquentes aux plus fréquentes) de 11%, 10%, 9% et 5%.

L'examen de l'interaction permet de constater que les contrastes en fonction de la fréquence syllabique sont uniquement significatifs pour le groupe conduction. Ainsi, dans ce groupe, pour la fréquence syllabique égale à 1 les *odds ratio* augmentent de 2.18 fois ($p=.034$) par rapport à la fréquence syllabique égale à 3, et 4.09 fois ($p=.000$) par rapport à la fréquence syllabique 4, pour les syllabes à fréquence égale à 2, les *odds ratio* augmentent de 3.01 fois ($p=.015$) par rapport aux syllabes à fréquence 4. Les différences entre les fréquences syllabiques ne sont pas significatives chez les Broca. Ce résultat est illustré par la Figure 43.

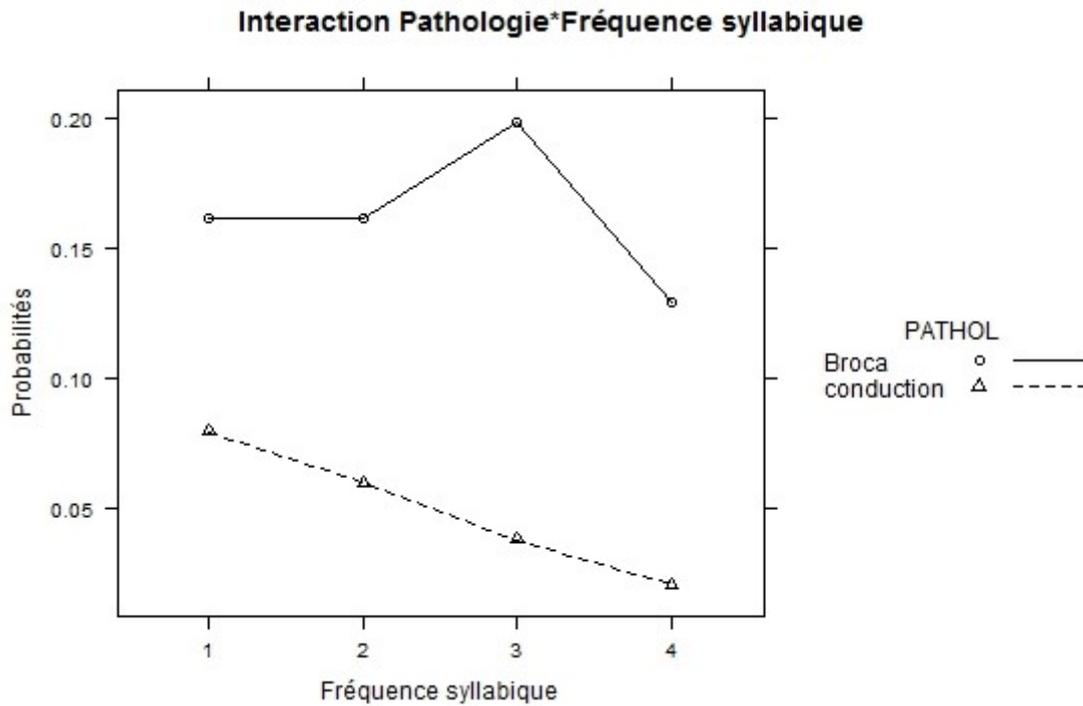


Figure 43. Les probabilités d'observer une erreur de substitution en fonction de l'interaction entre la pathologie et la fréquence syllabique.

L'existence d'un effet d'interaction entre la pathologie et la fréquence syllabique nous permet de poursuivre l'examen de l'effet de la fréquence syllabique séparément pour chaque groupe de sujets. Nous avons refait le même modèle en introduisant la fréquence syllabique comme variable explicative.

Dans le groupe Broca, nous observons que la fréquence syllabique n'influence pas la probabilité d'erreurs de substitution ($p=.175$). Les probabilités d'erreur sont respectivement de 14.58 (fréquence syllabique 1), 13.39% (fréquence syllabique 2), 15.16% (fréquence syllabique 3) et 9.92% (fréquence syllabique 4) mais les différences entre ces probabilités ne sont pas significatives (cf. la Figure 44).

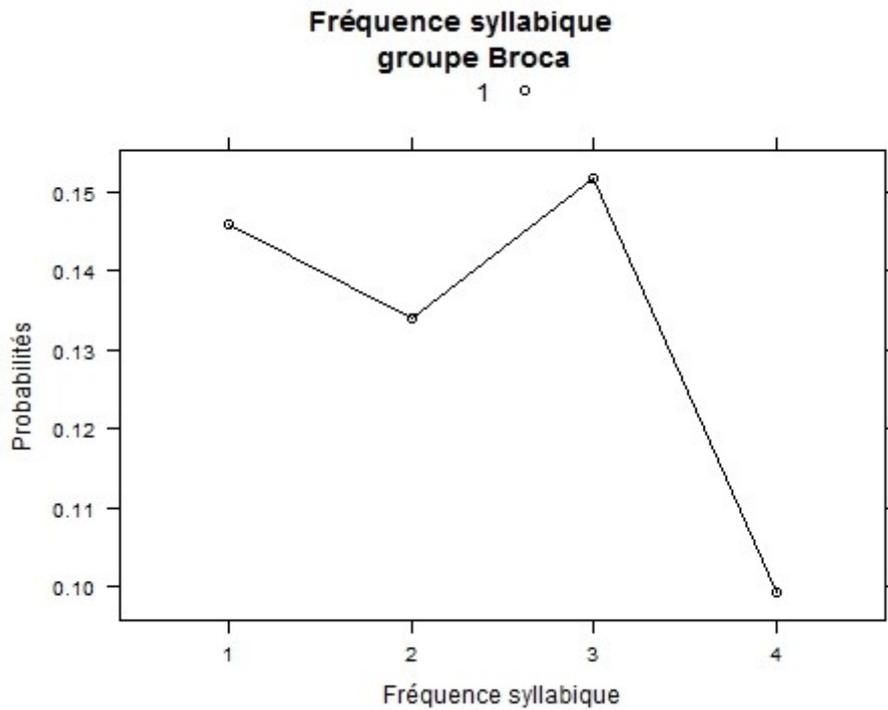


Figure 44. Les probabilités d'observer une erreur de substitution en fonction de la fréquence syllabique pour le groupe Broca.

Contrairement au groupe Broca, dans le groupe conduction, les syllabes les moins fréquentes (fréquence syllabique 1) ont plus de probabilités d'avoir une erreur de substitution que les syllabes les plus fréquentes (fréquence syllabique 4), $p=.005$. Les *odds ratio* augmentent pour les syllabes les moins fréquentes par rapport aux plus fréquentes de 2.87 fois ($p=.005$), et des syllabes à fréquence syllabique 2 par rapport aux syllabes les plus fréquentes de 2.66 ($p=.012$). Les probabilités sont respectivement de 7.36% (fréquence syllabique 1), 6,85% (fréquence syllabique 2), 4.98% (fréquence syllabique 3) et 2.69% (fréquence syllabique 4).

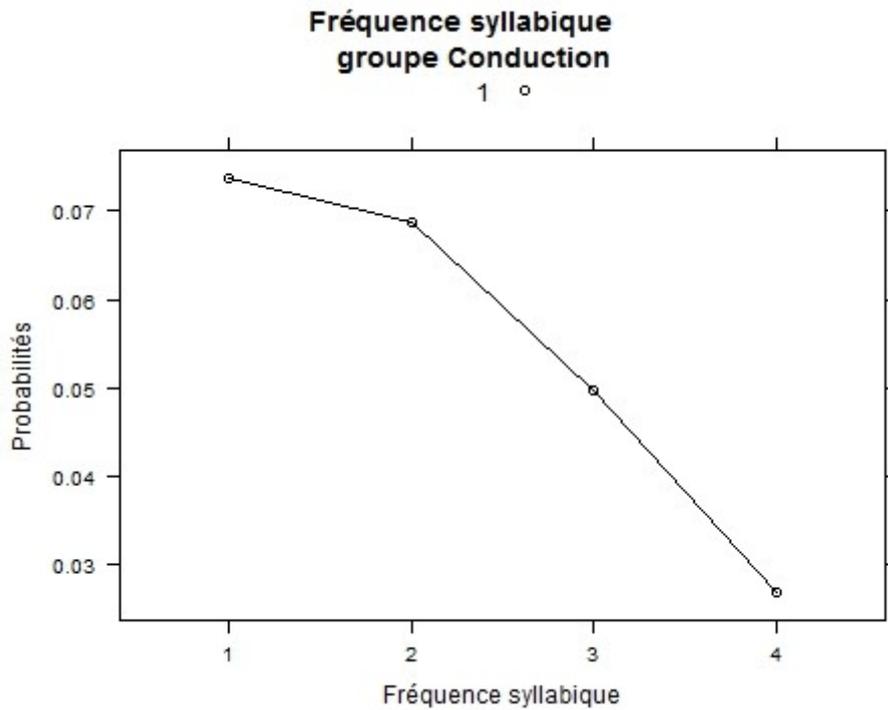


Figure 45. Les probabilités d'observer une erreur de substitution en fonction de la fréquence syllabique pour le groupe conduction.

Concernant les effets principaux nous observons l'effet significatif de la fréquence lexicale (Wald $X^2(3)=9.52, p=.023$) et du contexte phonétique (Wald $X^2(4)=27.28, p=.000$).

Par rapport à la fréquence lexicale, les analyses *a posteriori* révèlent que globalement (indépendamment de la pathologie) les mots non fréquents sont plus susceptibles d'avoir une erreur que les mots les plus fréquents. Les *odds ratios* augmentent de 1.66 fois pour les mots non fréquents (fréquence lexicale égale à 1) par rapport aux mots les plus fréquents (fréquence lexicale égale à 4), $p=.032$.

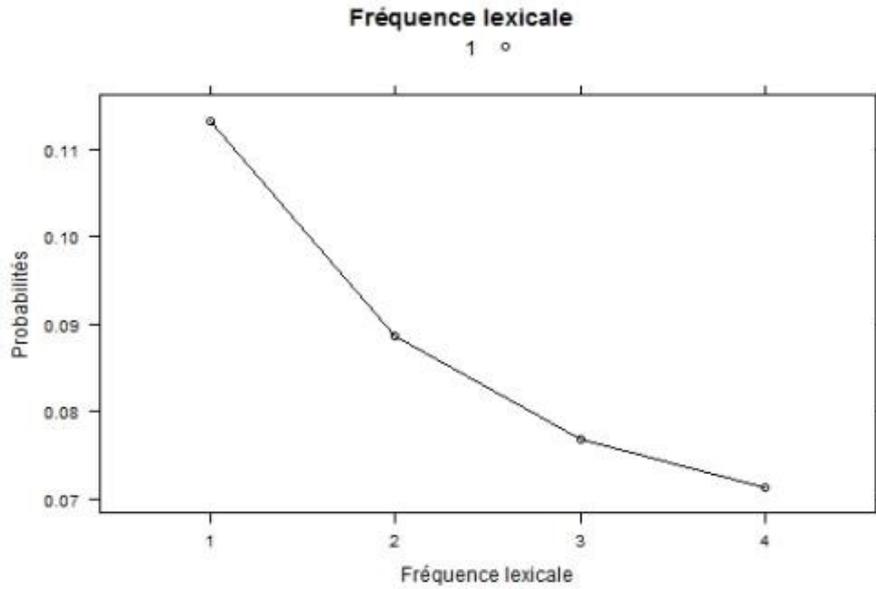


Figure 46. Probabilités d'observer une erreur de substitution en fonction de la fréquence lexicale.

Quant à l'effet du contexte phonétique, nous constatons que les probabilités d'une erreur de substitution sont respectivement de 14% (initiale), 8% (intersonorante), 9% (C-V), 9% (V-C) et 4% (finale). Les *odds ratios* augmentent de 1,94 fois ($p=.001$) pour les consonnes en position initiale par rapport aux consonnes en position intersonorante et, de 3.83 fois par rapport aux consonnes finales ($p=.005$). Les différences entre les autres contrastes ne sont pas statistiquement significatives.

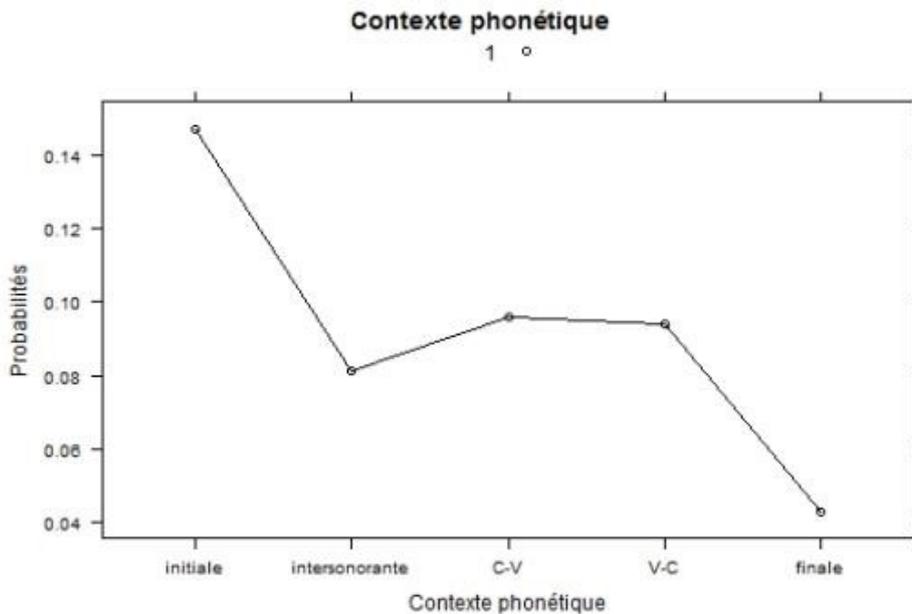


Figure 47. Probabilités d'observer une erreur de substitution en fonction du contexte phonétique.

Nombre d'erreurs de substitution associées à la sonorité

Général (assourdissements et sonorisations confondus)

Le but des analyses rapportées ci-après consiste à identifier les facteurs susceptibles d'avoir une incidence sur la probabilité d'observer une erreur de substitution de sonorité (c.à.d. des assourdissements et des sonorisations) par rapport à l'ensemble des productions (correctes ou autres types d'erreur). Dans notre corpus aphasique, ces erreurs concernent un total de 378 cas : 349 (92.3%) consonnes-cible sonores qui apparaissent assourdies et 29 (7.7% mais regarder les pourcentages pour toutes les sonores du corpus) consonnes-cible sourdes qui sont sonorisées. Ce résultat est illustré dans la Figure 48.

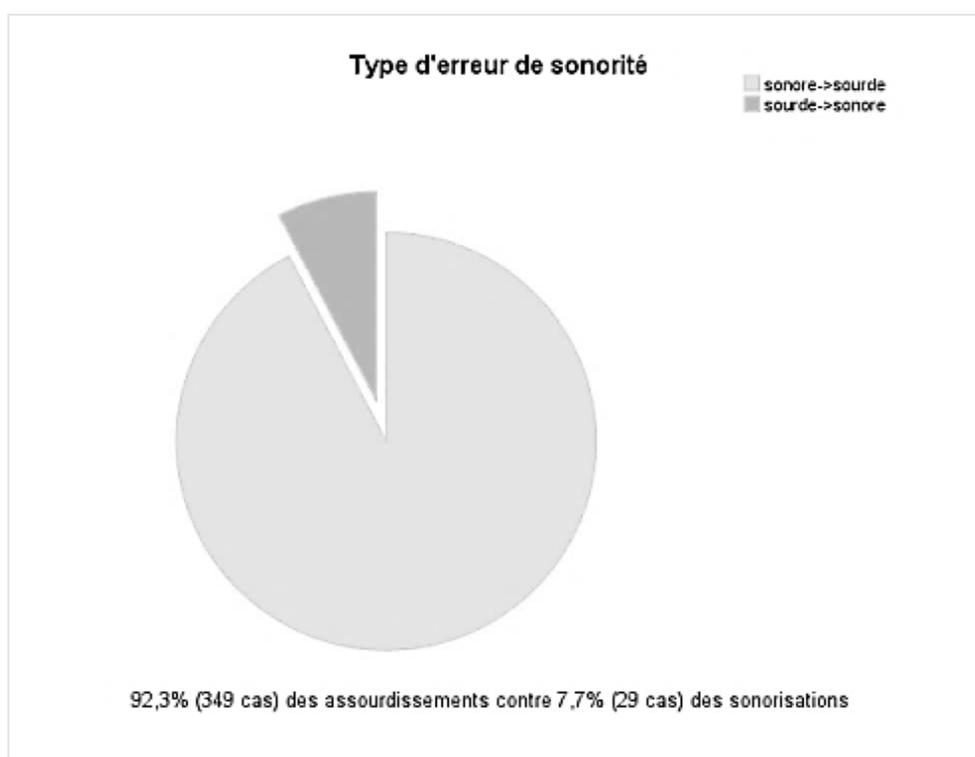


FIGURE 48 Proportion des erreurs d'assourdissements et de sonorisations par rapport à l'ensemble des erreurs de sonorité

Les analyses révèlent les effets significatifs de la pathologie (Wald $X^2(1)=5.18$, $p=.023$), de la sonorité cible (Wald $X^2(1)=6.83$, $p=.009$), de la fréquence lexicale (Wald $X^2(3)=89.03$, $p=.031$), du contexte phonique (Wald $X^2(4)=186.99$, $p=.001$), de la complexité syllabique (Wald $X^2(1)=58.65$, $p=.015$), ainsi que des interactions significatives entre la pathologie et la sonorité cible (Wald $X^2(1)=6.83$, $p=.008$) et entre la pathologie et le contexte phonique (Wald $X^2(4)=296.17$, $p=.000$). L'accent, la tâche et la fréquence syllabique ainsi que les autres interactions ne sont pas significatives.

Le Tableau 27 résume les résultats obtenus.

TABLEAU

Variable	Wald X ²	D.F.	p value
Lsonore	2.483.048	1	0.000
PATHOL	51.871	1	0.023
Flex	89.034	3	0.031
Lcontext_recodif	186.994	4	0.001
Complex_syll	58.654	1	0.015
Lsonore:PATHOL	68.363	1	0.009
PATHOL:Lcontext_recodif	296.174	4	0.000

TABLEAU 27 Résumé des effets significatifs du modèle : Quels facteurs prédisent l'apparition d'une erreur associée à la sonorité ?

Nous avons identifié les contrastes significatifs moyennant le package *lsmeans*. Les contrastes ont été visualisés à l'aide de la fonction *lsmip* dans le package *lsmeans*.

Les analyses mettent en évidence que le nombre d'erreurs associées à la sonorité est sensiblement différent en fonction de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible (Wald $X^2(1)=6.83$, $p=.009$). Nous observons un effet simple, d'un côté, de la pathologie (Wald $X^2(1)=5.18$, $p=.023$) et, de l'autre, de la sonorité cible (Wald $X^2(1)=248.30$, $p=.000$).

Globalement, toutes autres variables confondues, les probabilités d'erreur associée à la sonorité sont respectivement de 2.5% pour les groupes Broca et 1.6% pour le groupe conduction. L'examen du contraste moyennant *lsmeans* nous informe cependant que cette différence n'est pas significative.

De plus, une consonne sonore a globalement plus de chances de générer une erreur. La probabilité des erreurs associées à la sonorité est supérieure pour une consonne sonore que pour une consonne sourde. Les probabilités sont respectivement de 14.40% et 0.2%. Ce contraste est très significatif ($p=.000$).

L'examen de l'interaction montre que les différences entre les probabilités d'erreurs augmentent sensiblement pour les sonores par rapport aux sourdes pour les deux groupes de sujets. Les *odds ratio* augmentent de 126 fois pour le groupe Broca et 36 fois pour le groupe conduction de manière très significative ($p=.000$). La probabilité d'observer une erreur pour une consonne sonore par rapport à une consonne sourde est largement supérieure dans le groupe Broca (22.5% vs 0.2% de probabilités respectivement) que dans le groupe conduction (8.9% vs 0,3% de probabilités), pourtant ce contraste n'est pas significatif. Les différences entre les probabilités d'observer une erreur pour les consonnes sourdes ne sont pas significatives en fonction de la pathologie non plus. Ce résultat est illustré dans la Figure 49.

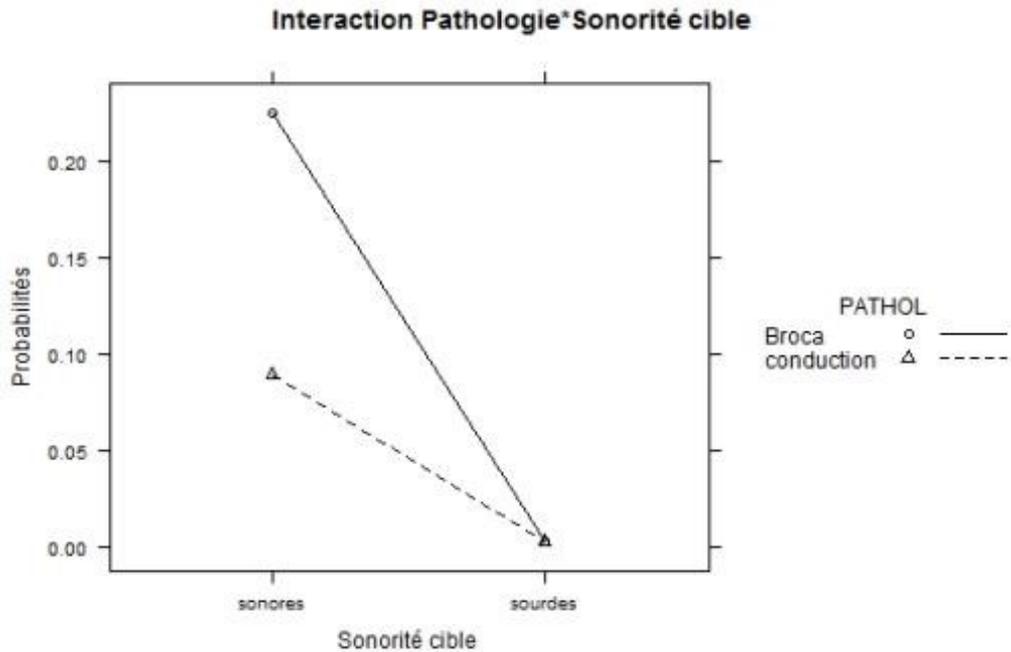


Figure 49. Probabilités d'observer une erreur de substitution associée à la sonorité en fonction de l'interaction entre la pathologie et la sonorité.

Par ailleurs, les analyses révèlent un effet d'interaction entre la pathologie et le contexte phonétique sur le nombre d'erreurs associées au changement de sonorité (Wald $X^2(4)=29.61, p=.000$).

En plus de l'effet de la pathologie que nous avons déjà examiné, nous observons un effet simple du contexte phonétique. Les probabilités observer une erreur est respectivement de 5.1% (initiale), 1.6% (intersonorante), 2.7% (C-V), 1.4% (V-C) et 1.1% (finale). Les contrastes significatifs sont identifiés entre les positions initiale et intersonorante ($p=.003$) et initiale et V-C ($p=.017$). Les *odds ratio* augmentent de 3.40 fois par rapport à l'intersonorante, et de 3.88 fois par rapport à la position V-C.

L'interaction entre la pathologie et le contexte indique que les différences entre les contextes phonétiques en ce qui concerne la probabilité d'erreurs de sonorité sont significatives uniquement pour le groupe Broca tandis que le groupe conduction n'est pas sensible au contexte. Ainsi, pour le groupe Broca, la probabilité d'observer une erreur qui entraîne un changement de sonorité est supérieure en position initiale qu'en position intersonorante et en position V-C, les probabilités étant respectivement de 11%, 2% et 0,5%. Pour ces sujets, les *odds ratio* pour les consonnes en position initiale augmentent de 3.45 fois par rapport aux consonnes intersonorantes ($p=.013$) et 22.03 fois par rapport aux consonnes en position V-C ($p=.000$). Ce résultat est représenté dans la Figure 50.

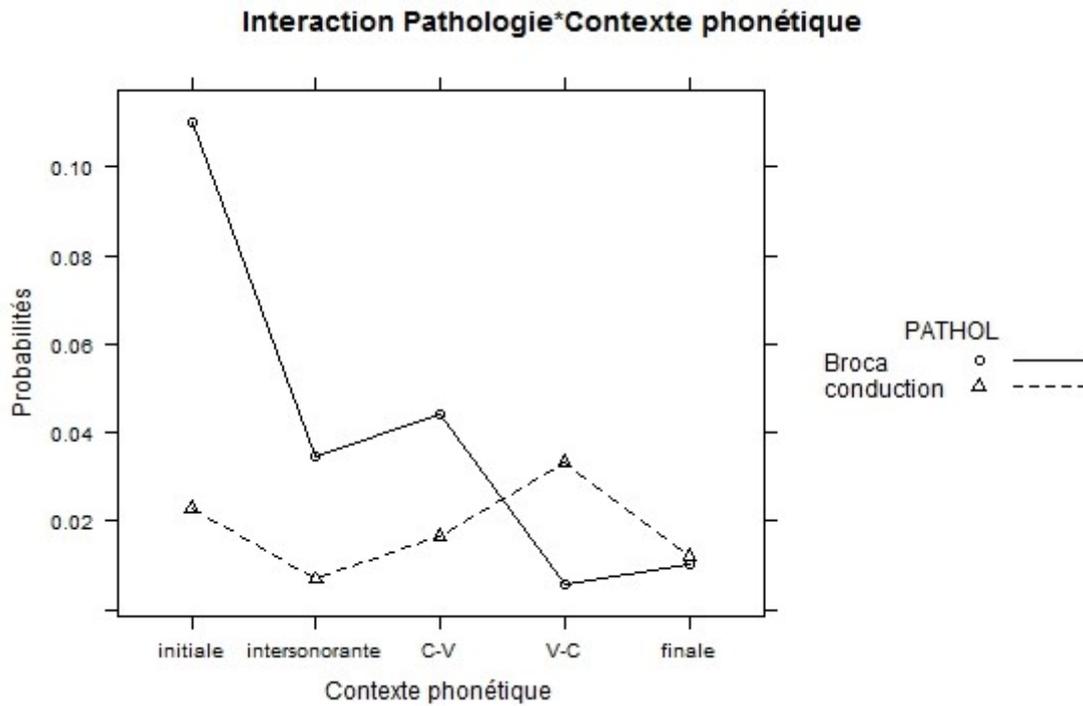


Figure 50. Probabilités d'observer une erreur associée à la sonorité en fonction de l'interaction entre la pathologie et le contexte phonétique.

Quant aux effets principaux, nous avons observé un effet de la fréquence lexicale (Wald $X^2(3)=8.90, p=.030$) et de la complexité syllabique (Wald $X^2(1)=5.86, p=.015$).

En ce qui concerne la fréquence lexicale, les *odds ratio* augmentent de 2.55 fois pour les mots peu fréquents (fréquence lexicale 1 par rapport aux mots très fréquents (fréquence lexicale 4), de manière significative ($p=.022$). Les probabilités sont respectivement de 3.1%, 2.2%, 1.8% et 1.2%. Les différences entre les autres niveaux de la variable fréquence lexicale ne sont pas significatives.

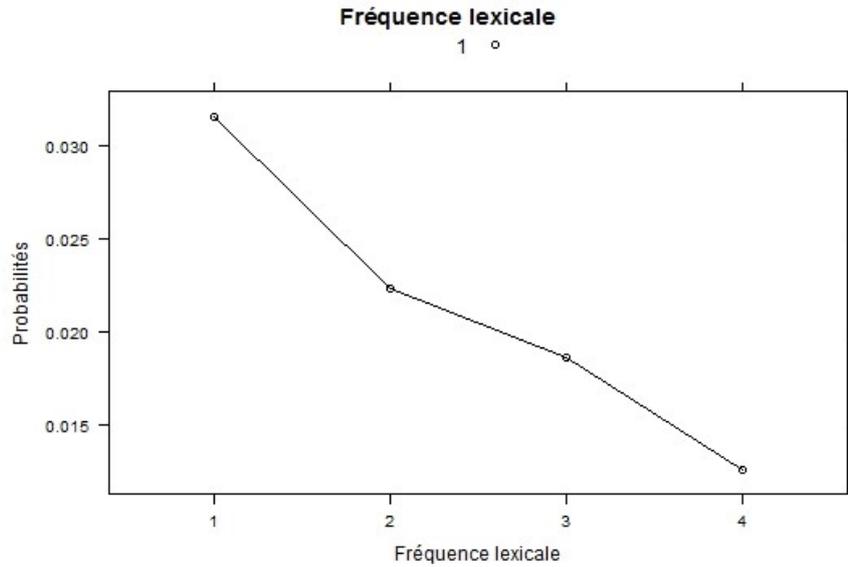


Figure 51. Probabilités d'observer une erreur de substitution associée à la sonorité en fonction de la fréquence lexicale.

Finalement, quant à l'effet de la complexité syllabique, les *odds ratio* diminuent 1,81 fois dans les syllabes CV par rapport aux autres syllabes ($p=.015$). Les probabilités d'observer une erreur associée au changement de sonorité est de 1.5% pour les syllabes CV et de 2.7% pour les syllabes plus complexes. Ce résultat est illustré dans la Figure 52.

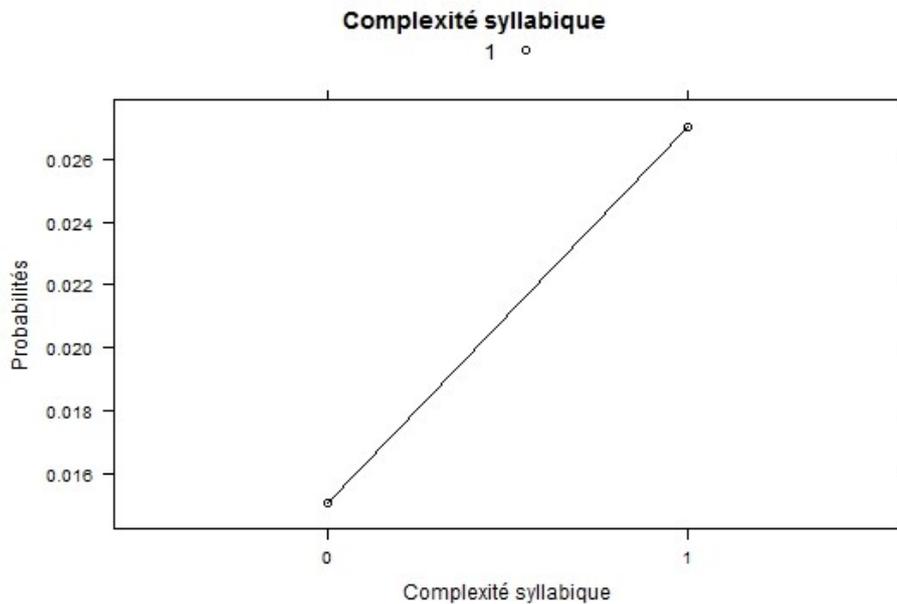


Figure 52. Probabilités d'observer une erreur de substitution associée à la sonorité en fonction de la complexité syllabique.

Nombre d'erreurs d'assourdissements

Les résultats présentés *supra* ont permis de mettre en évidence que dans la catégorie d'erreurs qui entraînent un changement de sonorité, le nombre d'assourdissements est largement supérieur (349 cas) aux erreurs de sonorisation (29 cas). Le nombre de sonorisations étant insuffisant pour mener à terme des analyses plus approfondies, nous nous sommes bornées à examiner de manière plus détaillée les facteurs qui influencent la probabilité d'observer une erreur d'assourdissement. Comme les assourdissements ne peuvent s'observer que pour les consonnes occlusives sonores, pour ces analyses nous n'avons retenu que cette catégorie (N=1068). Un assourdissement désigne donc la réalisation de la consonne occlusives sonores comme sourde (avec ou sans un changement de mode d'articulation concomitant).

Le résultat des analyses montre un effet significatif de l'interaction entre la pathologie et le contexte phonétique (Wald $X^2(4)=35.99$, $p=.000$), la pathologie et le contexte phonique étant également significatifs en tant qu'effets principaux (Wald $X^2(1)=4.87$, $p=.027$ et Wald $X^2(4)=37.15$, $p=.000$). On observe par ailleurs l'effet principal de la fréquence lexicale (Wald $X^2(3)=8.44$, $p=.038$) et de la fréquence syllabique (Wald $X^2(3)=19.33$, $p=.016$). Les autres variables explicatives (l'accent et la complexité syllabique) ainsi que les autres interactions n'ont pas été significatives et ont été écartées du modèle final. Les résultats finaux sont présentés dans le Tableau 28.

TABLEAU

Variable	Wald X ²	d.f.	p value
PATHOL	4.87	1	0.027
Flex	8.44	3	0.038
Fsyll	10.33	3	0.016
Lcontext_recodif	37.15	4	0.000
PATHOL:Lcontext_recodif	35.99	4	0.000

TABLEAU 28 Résumé des effets significatifs du modèle : Quels facteurs prédisent l'apparition d'une erreur d'assourdissement ?

L'examen de résultats montre que les variables participant dans l'interaction entre la pathologie et le contexte phonétique sont significatives toutes les deux. En raison de ce fait, nous avons décidé d'évaluer l'effet du contexte phonique séparément pour les deux groupes de sujets.

Ainsi, pour le groupe Broca, l'effet du contexte phonétique est très significatif (Wald $X^2(4)=58.93$, $p=.000$). L'examen des contrastes significatifs au moyen de la fonction *lsmeans* permet de constater qu'en ce qui concerne la probabilité d'erreur d'assourdissement, le contexte initial est significativement différent du contexte intersonorant ($p=.000$), et du contexte C-V ($p=.039$) et du contexte V-C ($p=.000$). Les probabilités pour ces contextes

sont respectivement de 65.14% (initiale), 12.43 (intersonorante), 38.65% (C-V) et 6.24% (V-C). Les *odds ratio* augmentent de 13.16 fois pour la position initiale par rapport à l'intersonorante, de 2.97 par rapport à la position C-V et 28.01 par rapport à la position V-C. En outre, on observe des différences significatives entre les contextes intersonorant et C-V ($p=.007$) et CV et V-C ($p=.014$). Les *odds ratio* diminuent pour le contexte intersonorant de 4.44 fois, et augmente de 4.49 pour la position C-V par rapport à V-C. Les probabilités d'assourdissement en fonction du contexte pour le groupe Broca sont illustrées à la Figure 53.

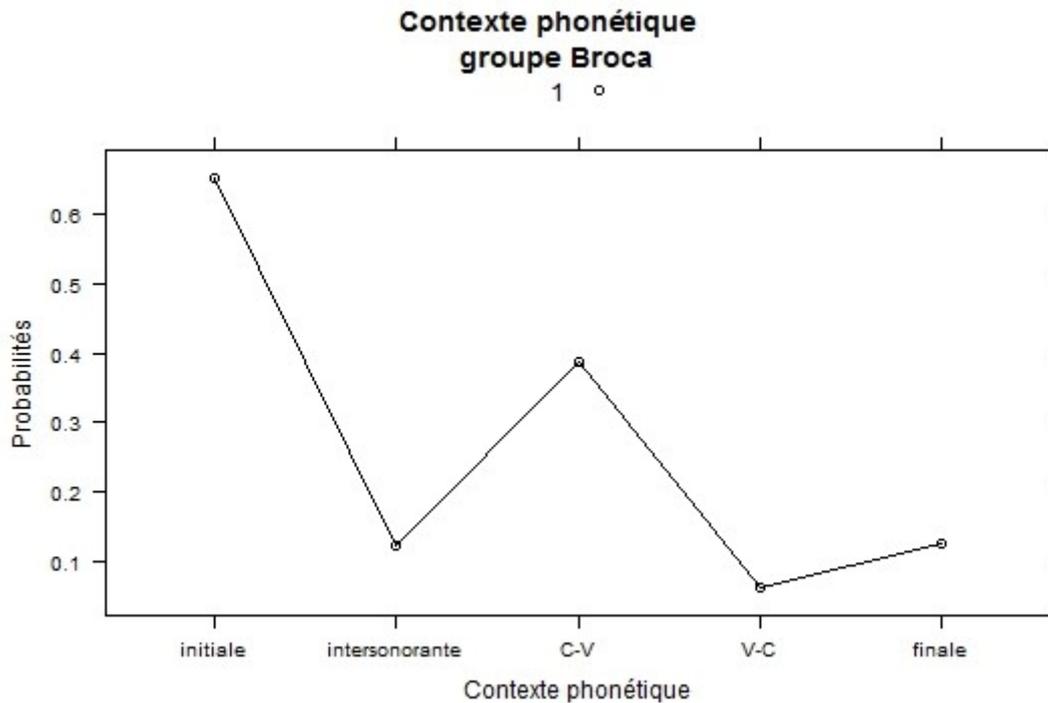


Figure 53. Probabilités d'observer une erreur d'assourdissement en fonction du contexte phonétique pour le groupe Broca.

Pour le groupe conduction, on observe également l'effet du contexte phonique bien qu'il soit moins marqué que dans le groupe Broca (Wald $X^2(4)=12.60$, $p=.013$). L'examen des contrastes permet de conclure que la position intersonorante est la moins vulnérable par rapport aux autres positions. Les probabilités d'erreur sont respectivement de 12.77% (initiale), 2.55% (intersonorante), 12.19% (C-V), 20.56% (V-C) et 9.07% (finale). Les contrastes significatifs ont été identifiés entre la position initiale et intersonorante ($p=.014$) et intersonorante et V-C ($p=.005$). Les *odds ratio* augmentent de 5.60 fois pour la position initiale par rapport à l'intersonorante. Les *odds ratio* diminuent de 9.90 fois en position intersonorante par rapport à la position V-C. Les probabilités d'assourdissement en fonction du contexte phonique pour le groupe conduction sont illustrées à la Figure 54.

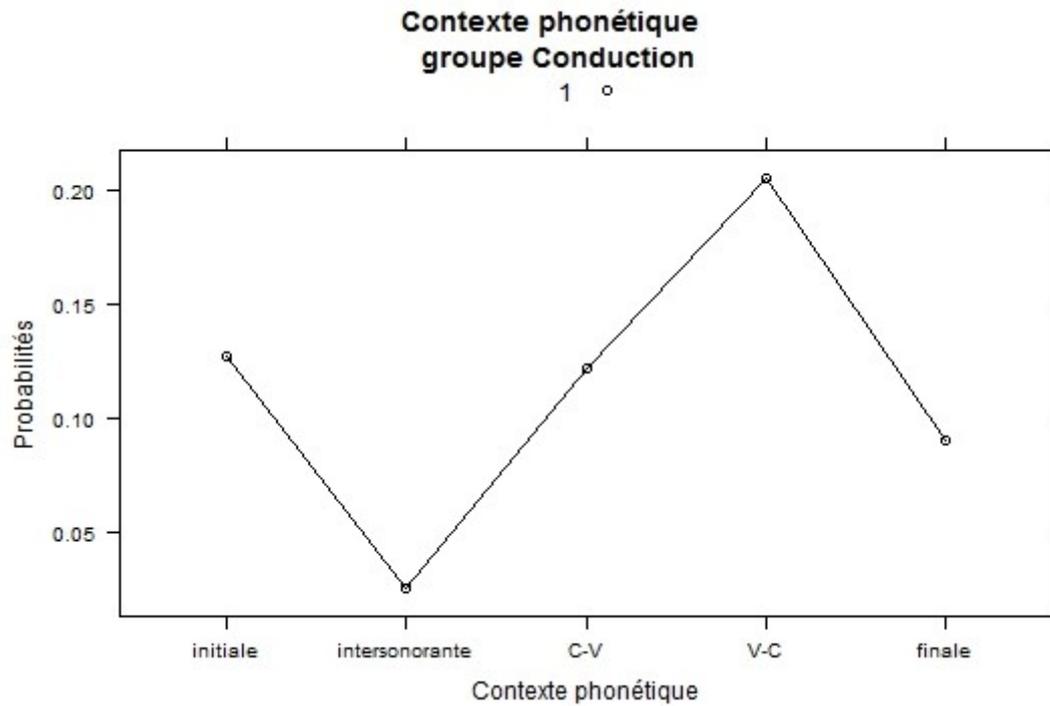


Figure 54. Probabilités d'observer une erreur d'assourdissement en fonction du contexte phonétique pour le groupe conduction.

Concernant l'effet d'interaction entre la pathologie et le contexte phonétique, les analyses *post hoc*, réalisées moyennant le package *lsmeans*, mettent en évidence que pour aucun des deux groupes de sujets on n'obtient de contraste significatif de probabilité d'assourdissement entre deux contextes considérés, y compris le contexte initial post-pausal où la différence des probabilités bien que considérable (64.86% pour le groupe Broca et 11.73% pour le groupe conduction) ne s'avère pas statistiquement significative ($p=.103$). Ce résultat est présenté dans la Figure 55.

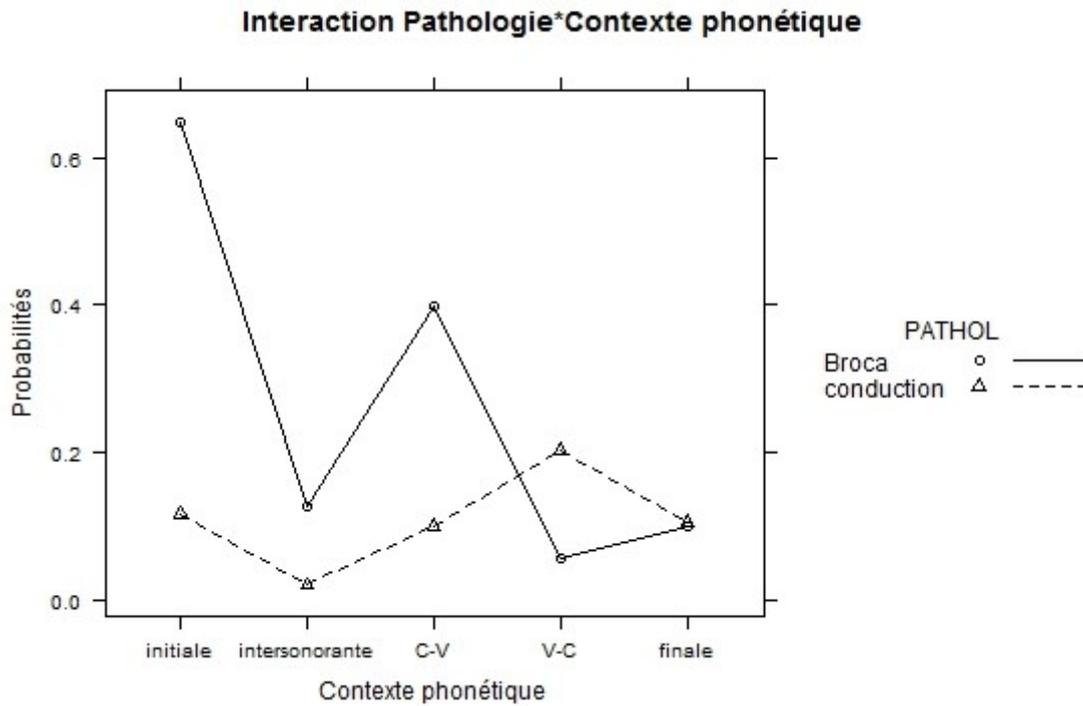


Figure 55. Probabilités d'observer une erreur d'assourdissement en fonction de l'interaction entre la pathologie et le contexte phonétique.

En plus de l'interaction, le modèle met en évidence les effets principaux de la fréquence lexicale et de la fréquence syllabique.

Quant à l'effet de la fréquence lexicale, l'examen *post hoc* permet de voir que les mots les moins fréquents sont significativement différents des mots les plus fréquents en ce qui concerne la probabilité d'observer une erreur d'assourdissement ($p=.031$). Les *odds ratio* augmentent pour les mots moins fréquents par rapport aux plus fréquents de 2.57 fois, les probabilités étant respectivement de 19.88% et 8.86%. Tous les autres contrastes ne sont pas significatifs. Le résultat est illustré dans la Figure 56.

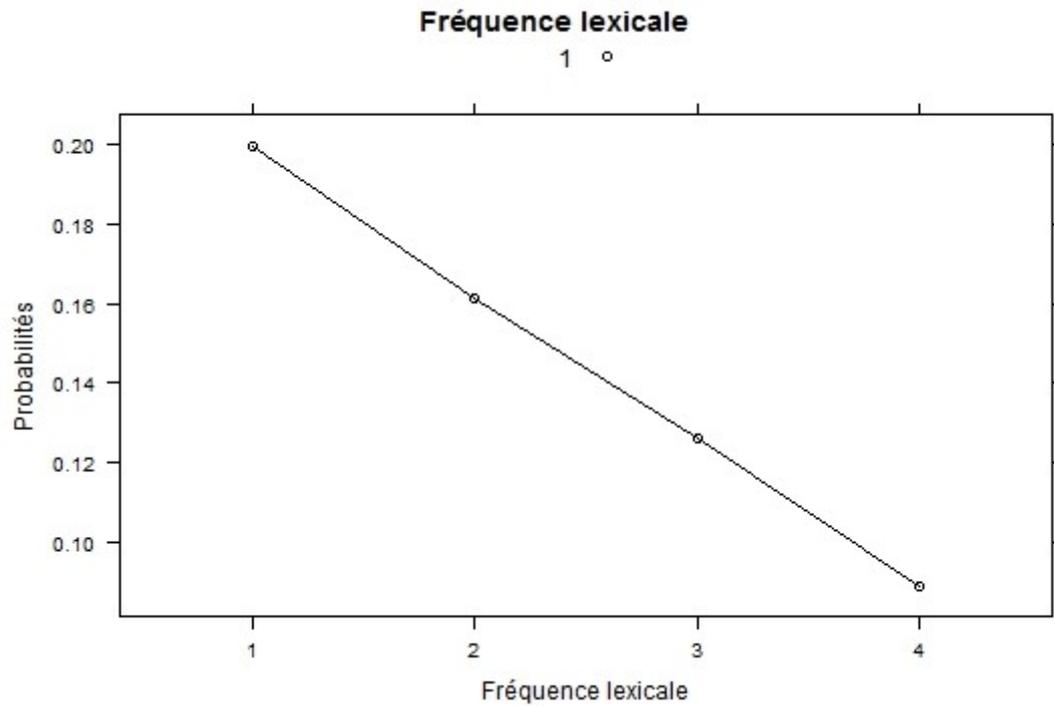


Figure 56. Probabilités d'observer une erreur d'assourdissement en fonction de la fréquence lexicale.

En ce qui concerne l'effet de la fréquence syllabique, nous observons que la probabilité d'observer une erreur d'assourdissement diminue significativement pour les syllabes les plus fréquentes par rapport aux moins fréquentes. Pour les syllabes à fréquence 1 les *odds ratio* augmentent de 3.53 fois ($p=.008$) par rapport aux syllabes à fréquence 4. Les autres contrastes n'arrivent pas à être significatifs mais s'approchent à la signification : entre les syllabes à fréquence 2 et les syllabes à fréquence 4 ($p=.053$) et les syllabes à fréquence 3 et les syllabes à fréquence 4 ($p=.067$). Ce résultat est illustré dans la Figure 57.

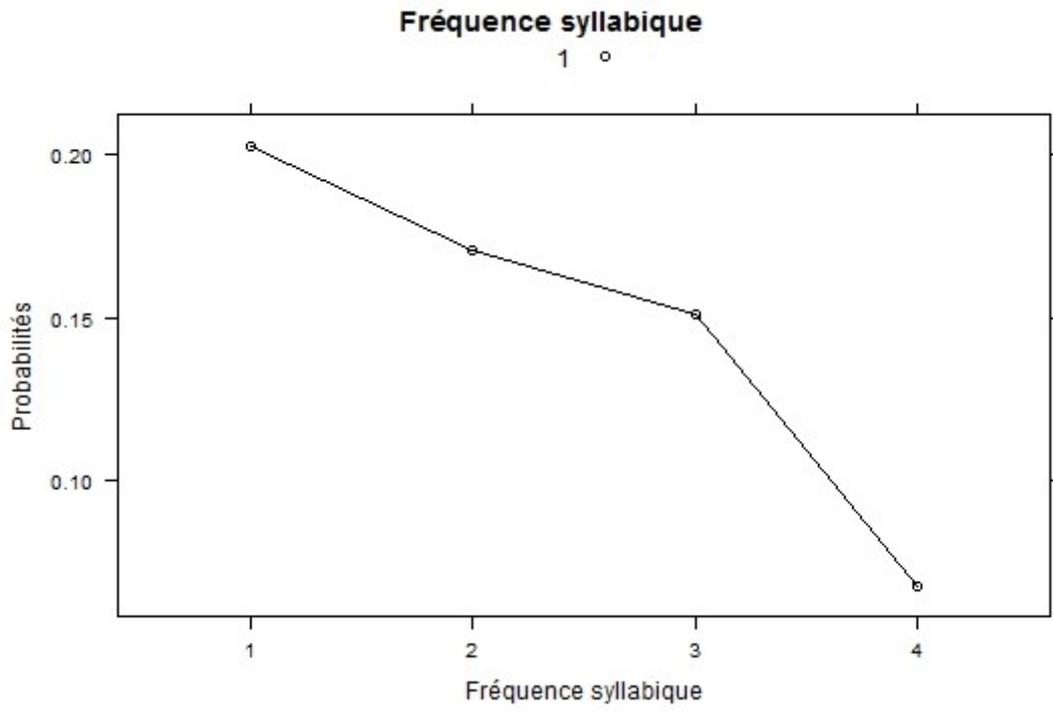


Figure 57. Probabilités d'observer une erreur d'assourdissement en fonction de la fréquence syllabique.

Nombre d'erreurs associées au mode d'articulation

Général (tous types d'erreur confondus)

Le diagramme à secteurs illustrant les différents types d'erreurs associées au mode d'articulation (Figure 58) permet de visualiser les catégories les plus fréquentes. Nous avons au total 260 erreurs de ce type ce qui correspond à 5.4% de la totalité de la production. On constate les erreurs par occlusivisation (pour les fricatives cible) sont les plus fréquentes parmi ce type d'erreurs avec 136 cas, ce qui correspond à 52.3% et que ce type d'erreur est suivi par les fricativisations des occlusives (34.2% avec 89 cas). On observe de plus 13 cas (5%) d'affrication de consonnes occlusives, 10 cas (3.8%) d'affrication de fricatives, 9 cas (3.5%) d'occlusivisation d'affriquées et 3 cas (1.2%) de fricativisation d'affriquées.

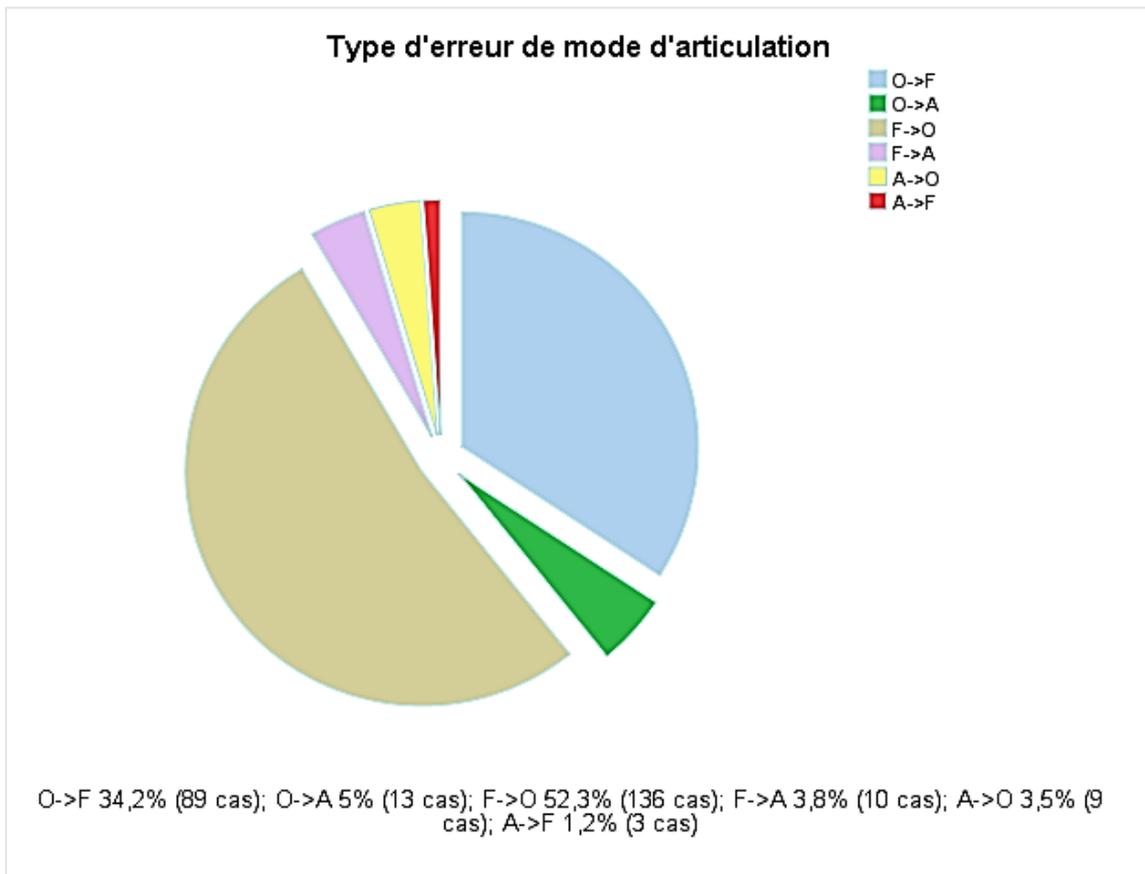


FIGURE 58 Proportion des erreurs associées au mode d'articulation.

Par la suite nous allons examiner les facteurs qui influencent la probabilité d'apparition de ce type d'erreurs.

Les analyses révèlent des effets significatifs des interactions entre la pathologie et la fréquence syllabique (Wald $X^2(3)=170.23$, $p=.000$), la pathologie et le mode d'articulation

(Wald $X^2(2)=301.20$, $p=.000$) et la pathologie et l'accent (Wald $X^2(1)=52.23$, $p=.022$). Par ailleurs, les analyses ont relevé des effets principaux significatifs du contexte phonétique (Wald $X^2(4)=108.96$, $p=.027$). L'effet de la fréquence lexicale n'est pas significatif. Les résultats du modèle sont résumés dans le Tableau 29.

TABLEAU

Variable	Wald X^2	d.f.	p value
PATHOL	25.146	1	NS
Fsyll	84.550	3	0.037
Lcontext_recodif	108.961	4	0.028
Locclus	330.851	2	0.000
Laccent	0.6042	1	NS
PATHOL:Fsyll	170.232	3	0.001
PATHOL:Locclus	301.203	2	0.000
PATHOL:Laccent	52.231	1	0.022

TABLEAU 29 Résumé des effets significatifs du modèle mixte : Quels facteurs prédisent l'apparition de l'erreur associée au mode d'articulation ?

Nous constatons que la probabilité d'observer une erreur associée au changement de mode d'articulation dépend de l'interaction entre le mode d'articulation du phonème cible et la pathologie. Ci-après nous allons examiner cette interaction.

Il n'y a pas d'effet simple de la pathologie sur les erreurs de mode d'articulation. L'effet du mode d'articulation cible est significatif (Wald $X^2(2)=330.85$, $p=.000$). Nous constatons que, globalement, la probabilité d'observer une erreur de ce type diminue significativement pour les consonnes occlusives par rapport aux fricatives et affriquées. Les *odds ratio* diminuent de 1.95 fois par rapport aux fricatives ($p=.015$) et de 3.64 par rapport aux affriquées ($p=.020$). Les différences entre les fricatives et les affriquées ne sont pas significatives. Les probabilités pour chaque catégorie de phonème sont 1.9% (occlusives), 10% (fricatives) et 5.5% (affriquées) pour le groupe Broca, et 1.1%, 8.0% et 5.1% respectivement pour le groupe conduction.

Il y a, par ailleurs, un effet significatif de l'interaction entre pathologie et le mode d'articulation cible. Les analyses *post hoc* permettent d'identifier les contrastes significatifs à l'intérieur des variables participant à l'interaction. Ainsi, on constate que les chances d'observer ce type d'erreur pour les consonnes fricatives sont largement supérieures pour le groupe Broca par rapport au groupe conduction, étant de 10% et 0,7% respectivement. Les *odds ratio* d'observer une erreur sur une consonne fricative chez le Broca augmentent de 14.14 fois par rapport au groupe conduction de manière très significative ($p=.000$). Pour les consonnes occlusives et affriquées, les différences de probabilités en fonction de la pathologie ne sont pas significatives.

L'examen de l'interaction permet de constater (cf. Figure 59), en outre, qu'en ce qui concerne le groupe Broca, les *odds ratio* diminuent de 5,74 fois pour les consonnes occlusives par rapport aux consonnes fricatives de manière significative ($p=.000$) tandis que les différences de probabilités d'erreur entre les différents modes d'articulation ne sont pas significatives pour le groupe conduction. Ce résultat suggère que le groupe Broca se comporte différemment en fonction de si le phonème-cible est occlusif ou fricatif tandis que le groupe conduction ne montre pas de traitement différentiel en ce qui concerne le mode d'articulation, les probabilités d'observer une erreur pour les différentes catégories n'étant pas significativement différentes.

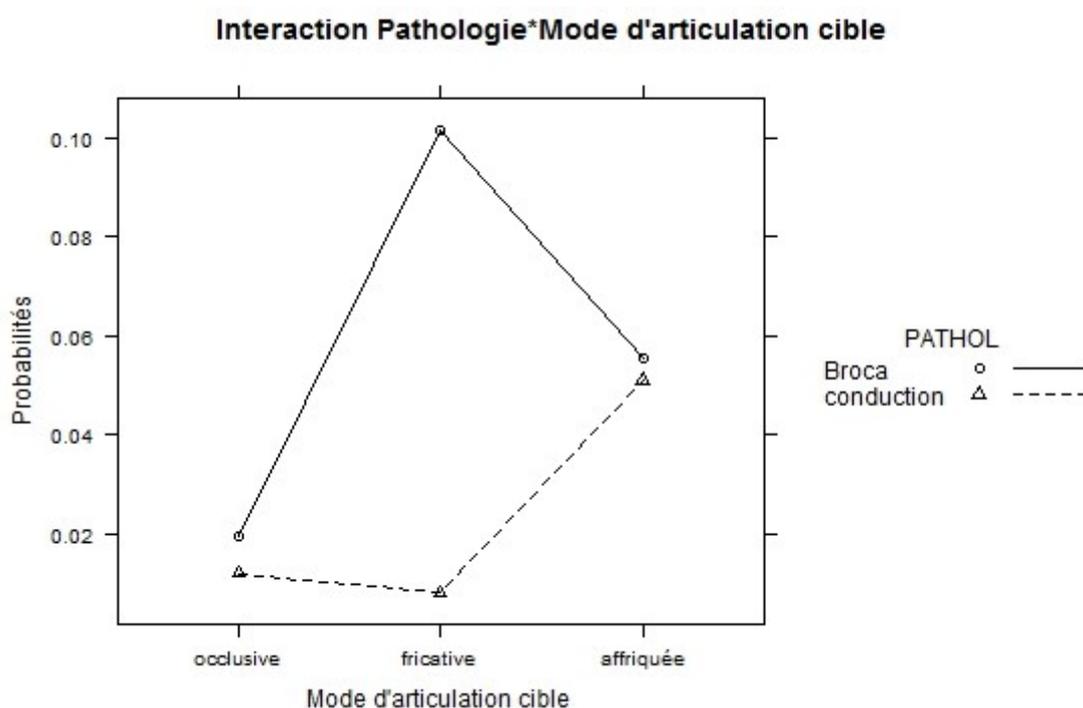


Figure 59. Probabilités d'observer une erreur associée au changement de mode d'articulation en fonction de l'interaction entre la pathologie et le mode d'articulation.

Nos analyses ont également révélé un effet significatif de l'interaction entre la pathologie et la fréquence syllabique. Nous avons procédé à examiner les effets simples des variables participantes à cette interaction.

En absence de l'effet de la pathologie, nous nous sommes concentrés sur l'effet simple de la fréquence syllabique (Wald $X^2(3)=170.23$ $p=.000$). La probabilité d'observer une erreur en syllabe non fréquente est significativement supérieure par rapport à la syllabe la plus fréquente, les *odds ratio* augmentent de 3.25 fois pour les syllabes les moins fréquentes par rapport aux plus fréquentes (fréquence syllabique 4). Cela indique que globalement, les syllabes les moins fréquentes ont plus de chances d'avoir une erreur associée au changement de mode d'articulation.

L'examen de l'interaction entre la pathologie et la fréquence syllabique permet de nuancer ces résultats. On constate d'abord que les différences entre les probabilités d'erreur pour

chaque niveau de la variable fréquence syllabique (c.à.d. Fsyll1, Fsyll2, Fsyll3, Fsyll4) ne sont pas significativement différentes en fonction du groupe.

Cependant, pour le groupe conduction nous remarquons que la probabilité d'erreurs de substitution est significativement supérieure pour les syllabes de fréquence 1 que pour celles de fréquence 3 ($p=.034$) et celles de fréquence 4 ($p=.016$), les probabilités étant respectivement de 4.7%, 1.7% et 0.7%, tandis dans le groupe Broca, aucun des contrastes entre niveaux de fréquences syllabiques ne présente de différences significatives sur la probabilité d'apparition d'erreurs de ce type. Ce résultat est illustré dans la Figure 60.

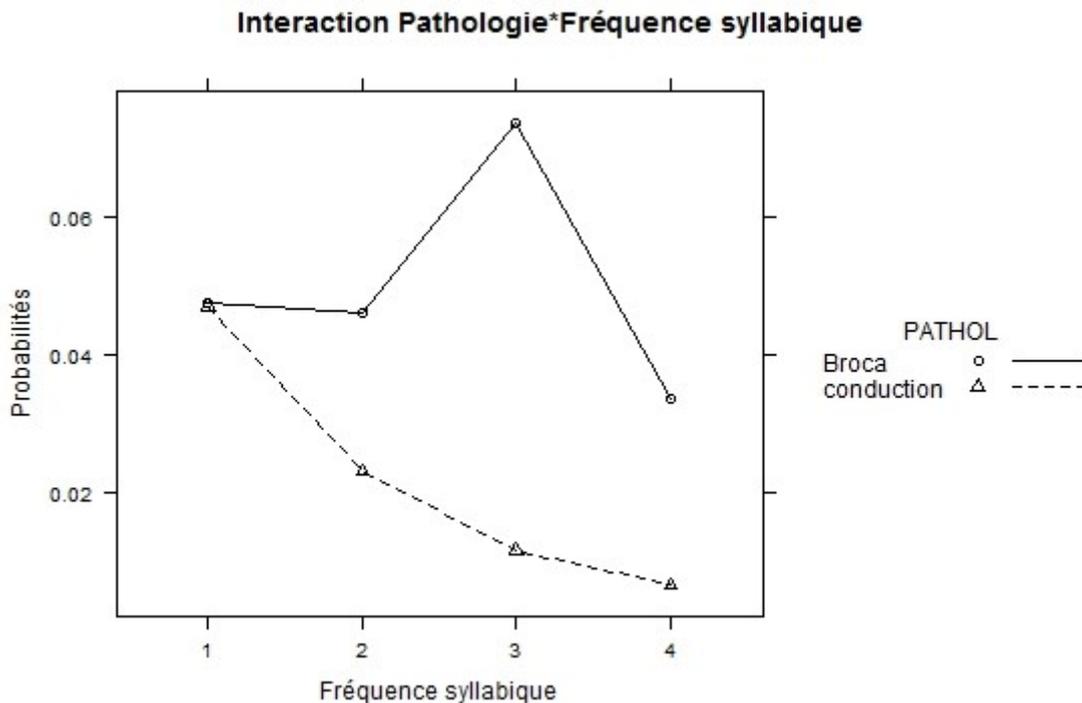


Figure 60. Probabilités d'observer une erreur associée au changement de mode d'articulation en fonction de l'interaction entre la pathologie et la fréquence syllabique.

En ce qui concerne l'interaction entre la pathologie et l'accent, les analyses révèlent qu'il n'y a pas d'effets significatifs principaux de l'accent ni de la pathologie.

Cependant, l'examen de l'interaction met en évidence que les probabilités d'observer une erreur diminuent en syllabe accentuée par rapport à la syllabe non-accentuée, bien que non significativement, pour le groupe conduction tandis qu'elles augmentent pour les syllabes accentuées dans le groupe Broca. Ces probabilités sont respectivement de 2.05% et 1.04% pour le groupe conduction et pour le groupe Broca de 3.92% et 5.93%.

Le contraste manifeste une tendance à la signification ($p=.090$, issu de *lsmeans*) identifié au moyen de la fonction *lsmeans*, il réside entre la probabilité d'observer une erreur pour la position accentuée en fonction de la pathologie : dans le groupe Broca la probabilité

d'observer une erreur en position accentuée est supérieure par rapport au groupe conduction, étant respectivement de 5.93% et 1.04%. Pour ce contexte accentuel, les *odds ratio* augmentent pour le groupe Broca de 4.41 par rapport au groupe conduction (cf. Figure 61).

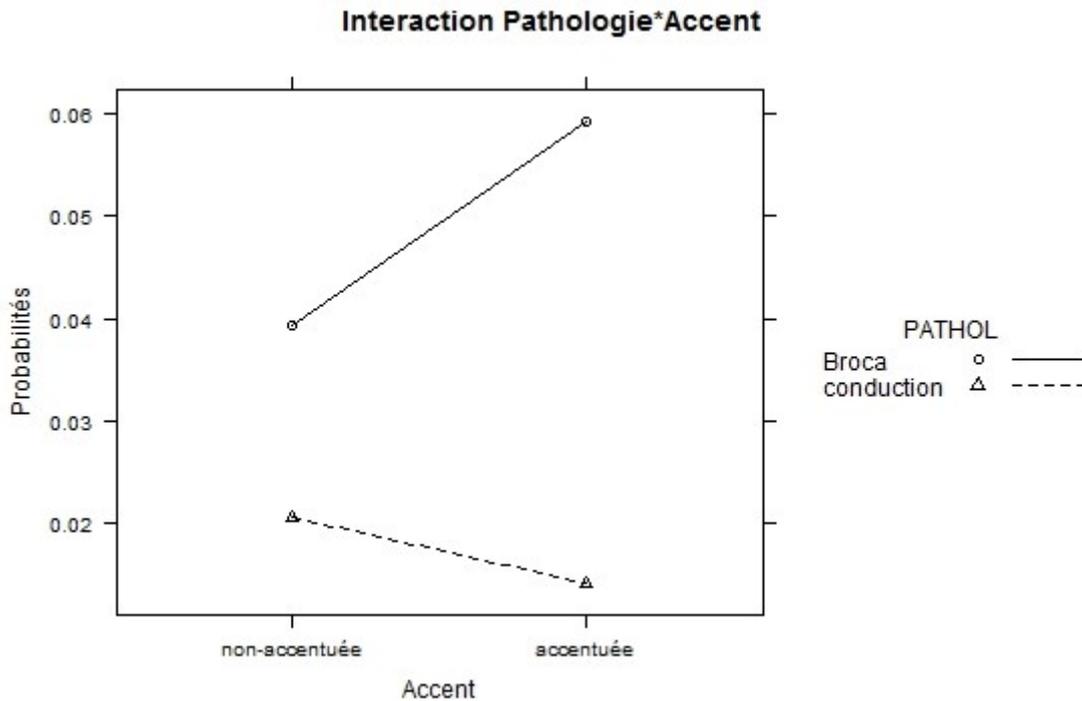


Figure 61. Probabilités d'observer une erreur associée au changement de mode d'articulation en fonction de l'interaction entre la pathologie et l'accent.

Quant à l'effet principal du contexte phonétique, les analyses permettent d'identifier le contraste significatif entre la position intersonorante et la position V-C. Les *odds ratio* diminuent de 2,04 fois pour le contexte intersonorant par rapport au contexte V-C ($p=.035$). Les autres différences ne sont pas statistiquement significatives. Ce résultat est illustré dans la Figure 62.

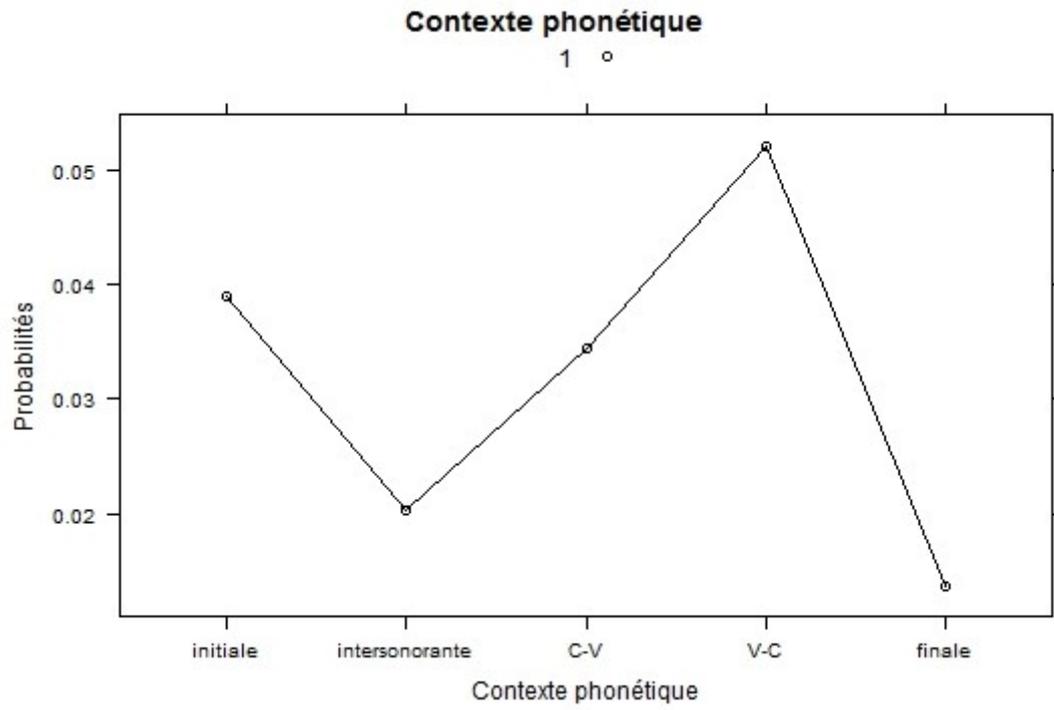


Figure 62. Probabilités d'observer une erreur associée au changement de mode d'articulation en fonction du contexte phonétique.

Fricativisation

Nous avons relevé 89 erreurs de fricativisation, ce qui correspond à 34.2% de la totalité d'erreurs associées à un changement de mode d'articulation. Les analyses présentées ci-après se proposent d'identifier les facteurs qui incident sur l'erreur de fricativisation. Etant donné que on ne peut pas avoir une erreur de fricativisation que sur les occlusives et affriquées, et que par ailleurs, le nombre de fricativisations des affriquées est trop limité (3 cas), nous avons limité notre examen aux occlusives (N=2518).

Les résultats montrent une interaction significative entre la pathologie et le contexte phonétique sur le nombre d'erreurs de fricativisation (Wald $X^2(4)=19.48$, $p=.000$) en l'absence d'effet principal significatif de la pathologie (c. Figure 63). L'effet principal du contexte est significatif (Wald $X^2(4)=41.32$, $p=.000$). L'examen des contrastes moyennant *lsmeans* montre pourtant que les contrastes entre les différents contextes ne sont pas statistiquement significatifs. Les autres variables considérés ne sont pas significatives en ce qui concerne le nombre de fricativisations.

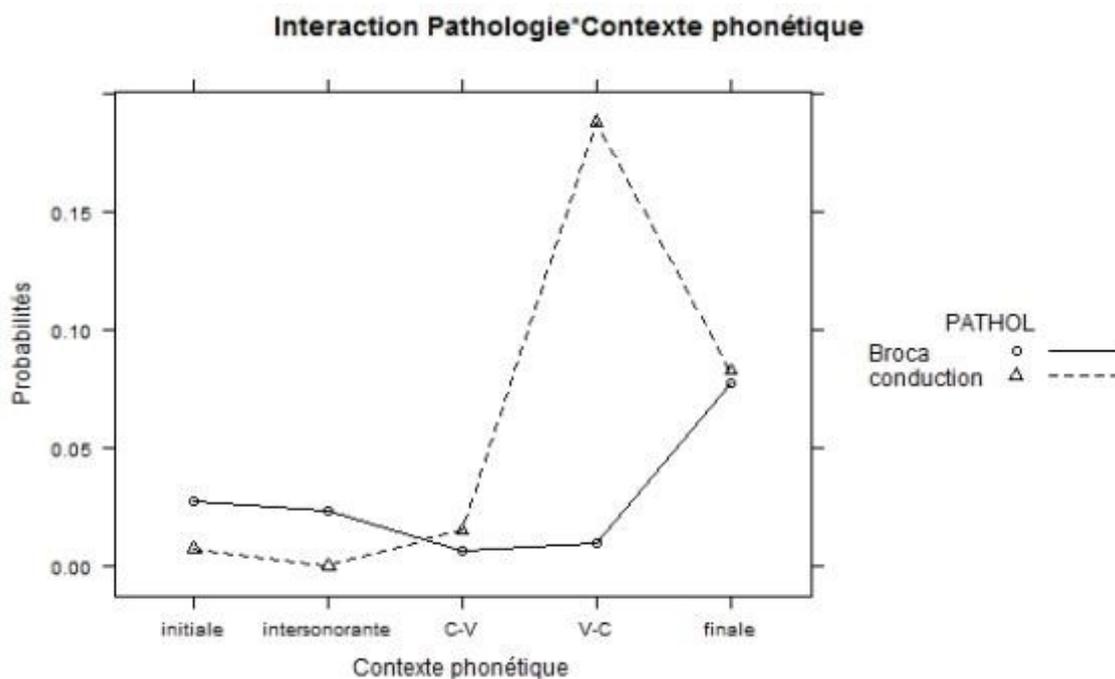


Figure 63. Probabilités d'observer une erreur de fricativisation en fonction de l'interaction entre la pathologie et le contexte phonétique.

L'examen de l'interaction montre d'abord que les différences entre les groupes en fonction du contexte ne sont pas significatives. Ensuite, nous constatons que les différences entre les différents contextes ne sont pas significatives pour le groupe Broca tandis qu'on trouve des différences significatives entre le contexte initial et V-C pour le groupe conduction. Pour ce groupe de sujets, les *odds ratio* diminuent de 31.23 fois pour la position initiale par

rapport à la position V-C ($p=.000$), les probabilités étant respectivement de 0,07% pour la position initiale et de 18.84% pour la position V-C.

Occlusivisations

Nous avons relevé 136 erreurs d'occlusivisation, ce qui correspond à 52.3% de la totalité d'erreurs qui entraînent un changement du mode d'articulation.

L'objectif de ces analyses est de déterminer les facteurs qui incident sur la probabilité de l'erreur d'occlusivisation. Pour ces analyses nous avons retenu toutes les consonnes fricatives (donc celles qui peuvent s'occlusiviser), $N=1131$.

Nous observons un effet principal de la pathologie (Wald $X^2(1)=11.71$, $p=.000$) et du contexte phonique (Wald $X^2(4)=22.15$, $p=.000$). Aucun autre effet principal ni interaction ne s'est avéré significatif (cf. Tableau 30).

TABLEAU

Variable	Wald X^2	d.f.	p value
PATHOL	11.71	1	0.000
Lcontext_recodif	22.15	4	0.000

TABLEAU 30 Résumé des effets significatifs du modèle mixte : Quels facteurs prédisent l'apparition de l'erreur d'occlusivisation ?

La pathologie a une influence significative sur la probabilité d'observer une erreur d'occlusivisation. Les tests *a posteriori* montrent que le groupe Broca a plus de chances d'avoir une erreur de ce type que le groupe conduction, les *odds ratio* augmentent de 16.96 fois pour ce groupe ($p=.000$), les probabilités étant respectivement de 6.91% et 0.43%.

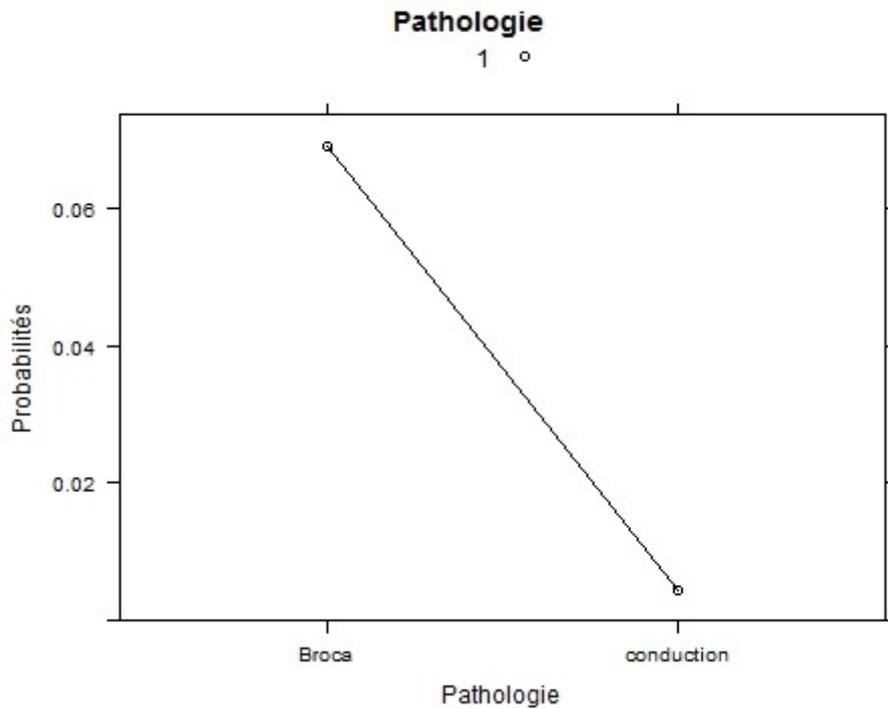


Figure 64. Probabilités d'observer une erreur d'occlusivisation en fonction de la pathologie.

Par ailleurs, le contexte a un effet significatif sur le nombre d'erreurs d'occlusivisation (cf. Figure 65). On constate que le contexte initial est sensiblement plus vulnérable à l'erreur de ce type par rapport aux autres contextes. Ainsi, les *odds ratio* augmentent pour la position initiale de 3.89 fois par rapport à la position intersonorante ($p=.037$), de 11.17 fois par rapport à la position V-C ($p=.008$), et de 7.61 fois par rapport à la position finale ($p=.024$). Les probabilités sont respectivement de 5.51% pour la position initiale, 1.60% pour la position intersonorante, 4.77% pour la position C-V, 0.52% pour la position V-C et 0.76% pour la position finale.

En outre, les *odds ratio* augmentent pour la position C-V par rapport à la V-C de 9.57 fois ($p=.022$), les probabilités étant respectivement de 4.76 % et 0.52%.

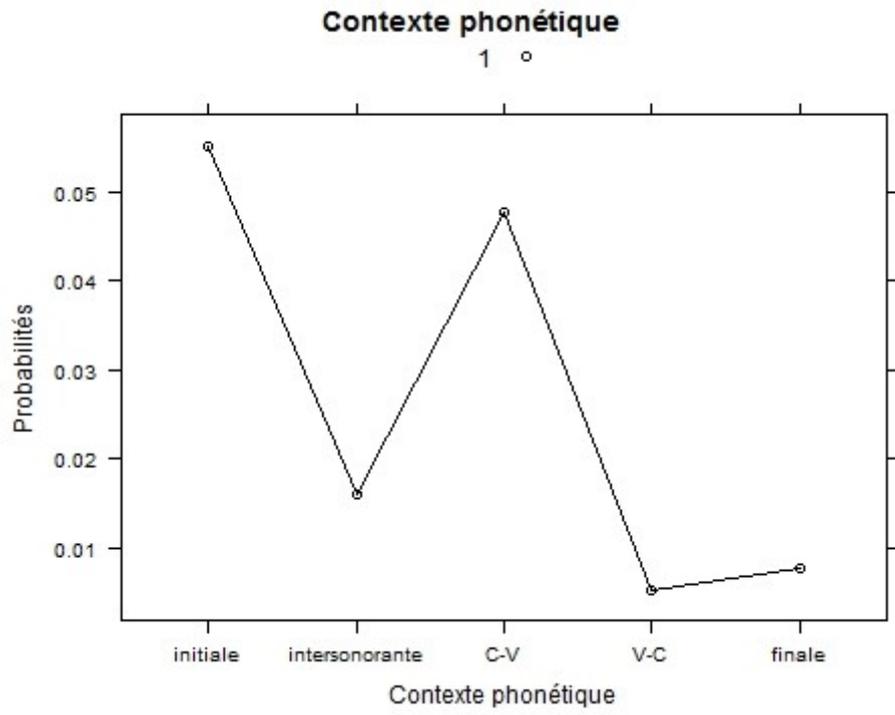


Figure 65. Probabilités d'observer une erreur d'occlusivisation en fonction du contexte phonétique.

Nombre d'erreurs d'omission

L'objectif des analyses rapportées ci-après consiste à déterminer quels facteurs prédisent l'omission d'un phonème consonantique.

L'examen des résultats du modèle mixte montre tout d'abord que les interactions entre la pathologie et les autres variables explicatives du modèle ne sont pas significatives. Nous procédons donc à l'examen des effets principaux.

On observe que la pathologie (Wald $X^2(1)=50,10$ $p=.025$), la complexité de la structure syllabique (Wald $X^2(1)=589,97$ $p=.000$) ainsi que l'accent (Wald $X^2(1)=95,09$ $p=.002$) influencent significativement la probabilité d'apparition des erreurs d'omission, toutes les autres variables confondues. La fréquence lexicale, la fréquence syllabique, le contexte phonétique et la tâche ne sont pas significatifs. La synthèse des résultats est présentée dans le Tableau 31.

TABLEAU

Variable	Wald X^2	d.f.	p value
PATHOL	50.109	1	0.025
Laccent	95.090	1	0.002
Complex_syll	589.973	1	0.000

TABLEAU 31 Résumé des effets significatifs du modèle : *Quels facteurs prédisent l'apparition de l'erreur d'omission ?*

Les analyses post-hoc permettent de démontrer que la probabilité d'observer une erreur d'omission est supérieure dans le groupe Broca (11%) que dans le groupe conduction (1%). Les *odds ratio* augmentent de 9.89 fois pour le groupe Broca par rapport au groupe conduction ($p=.025$). Ce résultat est illustré dans la Figure 66.

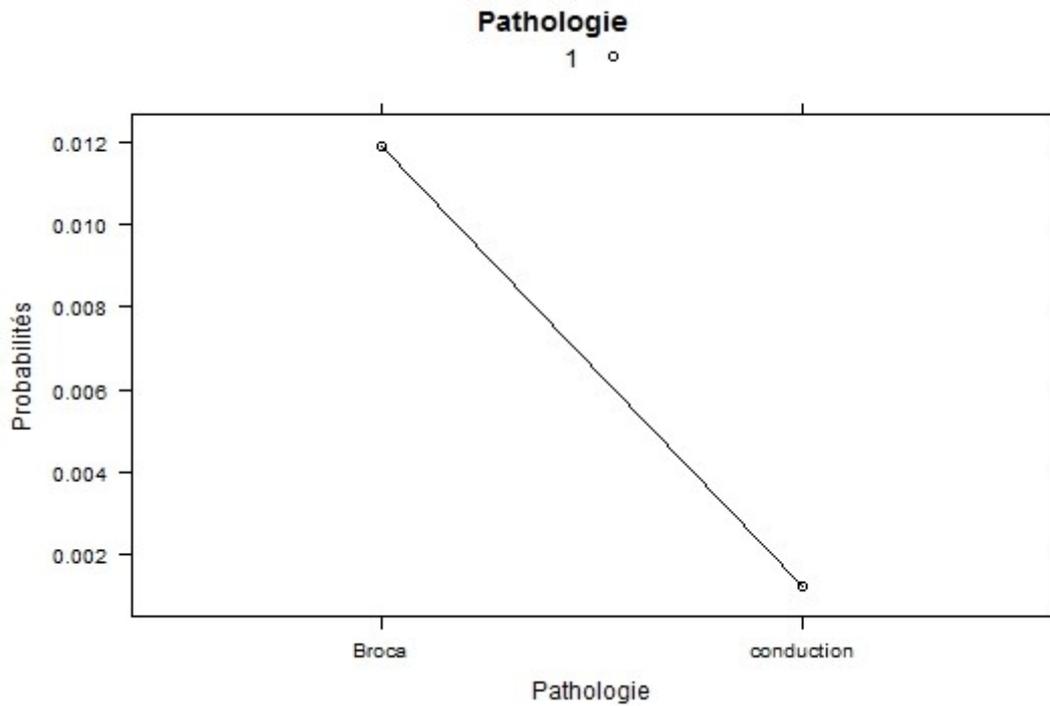


Figure 66. Probabilités d'observer une erreur d'omission en fonction de la pathologie.

En ce qui concerne la complexité syllabique, la probabilité d'observer une erreur de ce type est supérieure pour les syllabes plus complexes (autres que CV) que pour les syllabes à structure CV : les probabilités sont respectivement de 15% et 0.9% (cf. Figure 67). Les *odds ratio* diminuent de 16.83 fois pour les syllabes à structure CV par rapport aux structures syllabique complexes, de manière très significative ($p=.000$).

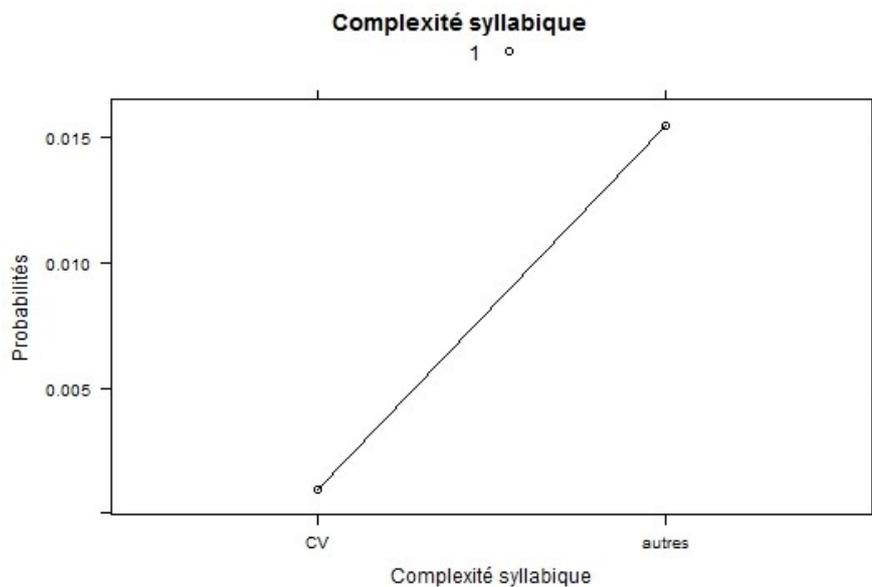


Figure 67. Probabilités d'observer une erreur d'omission en fonction de la complexité syllabique.

Quant à l'effet de l'accent, on constate que les probabilités sont respectivement de 5% et de 2% pour les syllabes non-accentuées et les accentuées (cf. Figure 68). Les *odds ratio* augmentent de 2.25 fois pour les syllabes non-accentuées par rapport aux accentuées ($p=.002$).

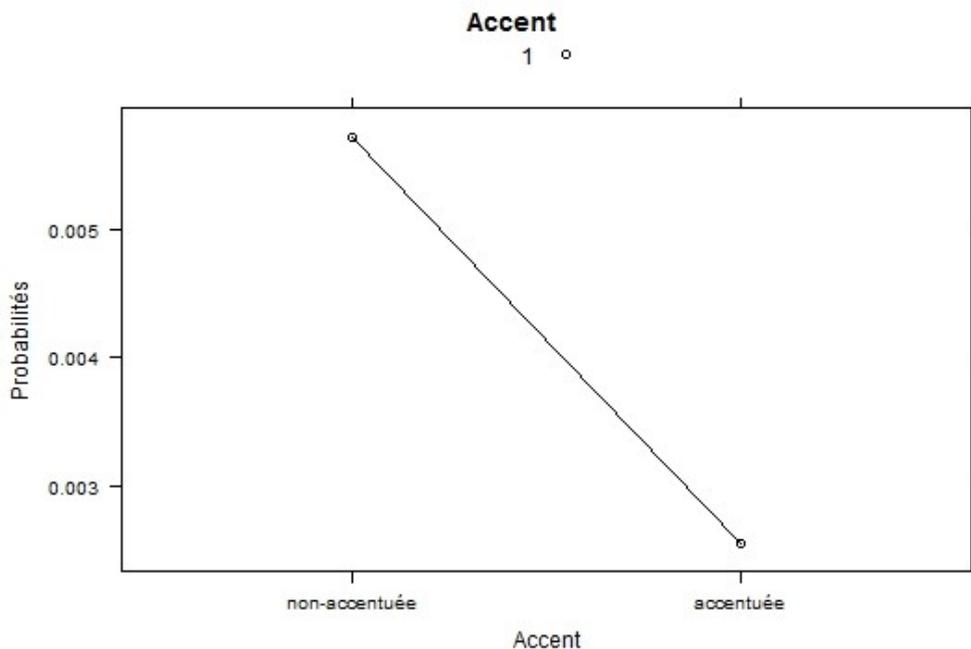


Figure 68. Probabilités d'observer une erreur d'omission en fonction de l'accent.

Nombre d'erreurs d'addition

Le nombre d'erreurs d'addition est trop limité pour effectuer des analyses statistiques. (14 cas – 7 pour le groupe Broca et 7 pour le groupe conduction - ce qui correspond à 0.3% de toute la production).

Nombre d'erreurs d'appui articulaire

Avant de présenter les résultats de nos analyses concernant ce type d'erreur, rappelons ce que nous entendons par l'appui articulaire. Nous appelons l'appui articulaire une réalisation phonétique d'un phonème où on observe – grâce à la visualisation du signal sonore – une intrusion d'éléments acoustiques appartenant à une catégorie du mode d'articulation précédant la consonne cible. Par exemple, une barre d'explosion correspondant au relâchement de l'air bloqué dans le conduit vocal, dans le spectre d'une consonne fricative cible. L'examen perceptif identifie ce type de séquences comme une suite de deux segments qui diffèrent en termes de mode d'articulation mais où le lieu d'articulation est toujours perçu comme étant le même, par exemple une séquence /pf/

dans « fatal ». L'objectif des analyses rapportées ci-après consiste à identifier les facteurs qui prédisent la probabilité d'apparition des erreurs de ce type.

Nous avons recensé 72 erreurs de ce type.

Les analyses révèlent un effet d'interaction entre la pathologie et la tâche (Wald $X^2(1)=58.36$, $p=.015$), les effets principaux de la pathologie et de la tâche n'étant pas significatifs. On observe également un effet principal de la fréquence syllabique (Wald $X^2(3)=138.06$, $p=.003$) et du mode d'articulation (Wald $X^2(2)=220.30$, $p=.000$). L'accent et la fréquence lexicale ainsi que les autres interactions ne sont pas significatifs. Ces résultats sont présentés dans le Tableau 32.

TABLEAU

Variable	Wald X ²	D.F.	p value
PATHOL	0.0503	1	NS
Tache	20.023	1	NS
Fsyll	138.067	3	0.003
Locclus	220.304	2	0.000
PATHOL:Tache	58.369	1	0.016

TABLEAU 32 Résumé des effets significatifs du modèle mixte : *Quels facteurs prédisent l'apparition de l'erreur d'appui articulaire ?*

La Figure 69 illustre l'interaction entre la pathologie et la tâche et suggère qu'il y a un effet inverse de la tâche pour les deux groupes de sujets. Pourtant, les analyses *post-hoc* montrent des différences significatives entre la tâche de lecture et répétition pour le groupe Broca mais pas pour conduction. Les aphasiques de Broca font significativement plus d'erreurs d'appui dans la tâche de lecture que dans celle de répétition, la probabilité d'observer une erreur de ce type étant de 6% et de 2% respectivement. Pour ce groupe de sujets, les *odds ratio* augmentent de 3,21 fois pour la modalité lecture ($p=.035$).

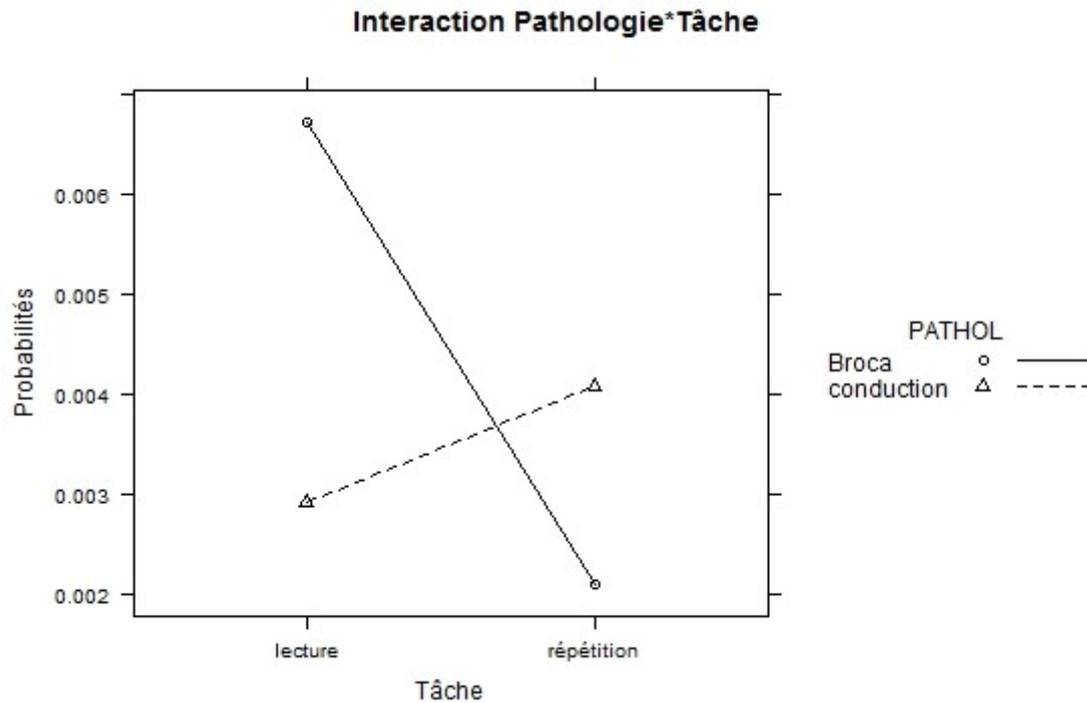


Figure 69. Probabilités d'observer une erreur d'appui articulaire en fonction de l'interaction entre la pathologie et la tâche.

En ce qui concerne la fréquence syllabique, les probabilités d'observer une erreur de ce type pour les quatre niveaux de la variable fréquence syllabique sont de 1%, 8%, 6% et 2% respectivement (cf. Figure 70). Ce résultat indique que les syllabes à fréquence 2 et 3 sont plus susceptibles d'avoir une erreur que les syllabes non fréquentes. Les différences significatives à l'intérieur de la variable se trouvent entre les syllabes les moins fréquentes (fréquence syllabique 1) et les syllabes à fréquence 2 et 3. Par rapport aux syllabes les moins fréquentes, les *odds ratio* diminuent de 7,84 fois par rapport aux syllabes à fréquence 2 ($p=.004$) et de 6.33 pour les syllabes à fréquence 3 ($p=.011$).

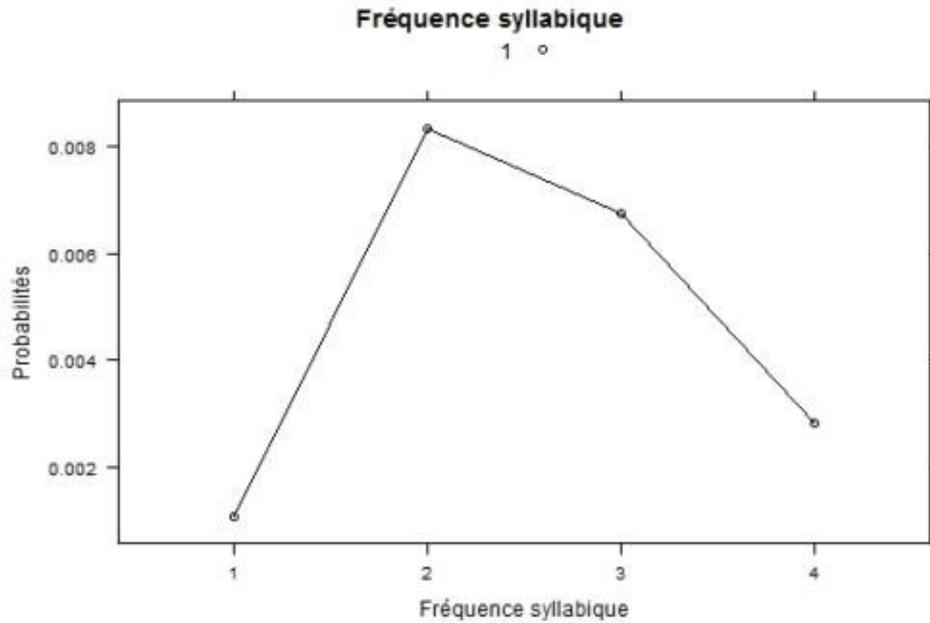


Figure 70. Les probabilités d'observer une erreur d'appui articulaire en fonction de la fréquence syllabique.

Enfin, pour ce qui est de l'effet du mode d'articulation, la probabilité d'observer une erreur de ce type est supérieure pour les consonnes fricatives (8%) que pour les consonnes occlusives (1%). Les *odds ratio* diminuent de 5.52 pour les occlusives par rapport aux fricatives de manière très significative ($p=.000$). Le contraste entre les fricatives et les affriquées n'est pas statistiquement significatif. Ce résultat est illustré dans la Figure 71.

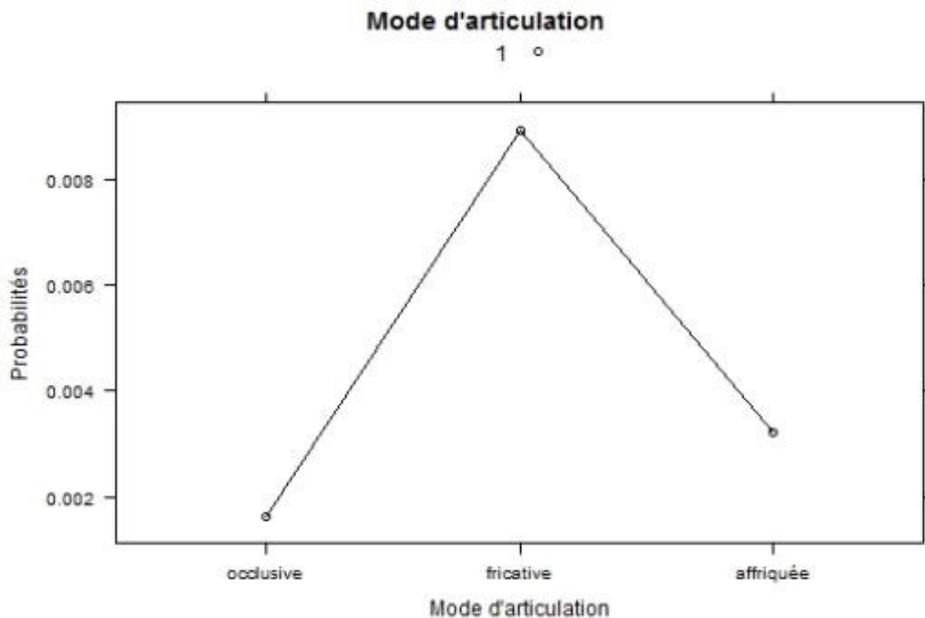


Figure 71. Probabilités d'observer une erreur d'appui articulaire en fonction du mode d'articulation.

Synthèse des résultats

Les analyses que nous avons menées à terme jusqu'ici montrent que la probabilité d'observer une **erreur** qui modifie la forme sonore du mot au niveau segmental...

- Augmente pour le groupe Broca par rapport au groupe conduction.
- Dépend significativement de la tâche *uniquement* pour le groupe conduction où elle augmente dans la tâche de répétition par rapport à la lecture.
- Augmente pour les phonèmes sonores par rapport aux sourds aussi bien pour le groupe Broca que pour le groupe conduction. La probabilité d'observer une erreur pour un phonème sonore est sensiblement supérieure dans le groupe Broca que dans le groupe conduction, tandis que ce n'est pas le cas pour les consonnes sourdes.
- Augmente significativement pour les phonèmes produits dans les mots les moins fréquents par rapport aux mots les plus fréquents.
- Augmente avec la fréquence syllabique (dans les syllabes fréquentes à fréquence 3 par rapport aux syllabes les plus fréquentes).
- Augmente pour les syllabes complexes par rapport aux syllabes à structure CV.
- Diminue dans le contexte intersonorant par rapport au contexte initial et contexte C-V et V-C .
- N'est pas sensible aux effets de l'accent.

La probabilité d'observer une **erreur de substitution**...

- Augmente pour le groupe Broca par rapport au groupe conduction.
- Augmente pour les consonnes sonores par rapport aux consonnes sourdes dans les deux groupes de sujets mais la différence entre les deux types de consonnes est plus importante chez les Broca que dans le groupe conduction.
- Augmente sensiblement pour les syllabes les moins fréquentes par rapport aux syllabes les plus fréquentes pour le groupe conduction mais *pas* pour le groupe Broca.
- Augmente en position initiale par rapport aux positions intersonorante et finale, indépendamment de la pathologie.
- N'est pas sensible aux effets de l'accent, de la complexité syllabique, de la fréquence lexicale ni de la tâche.

Parmi les erreurs de substitution segmentale les **assourdissements** sont les plus fréquents. La probabilité d'apparition d'une erreur de ce type...

- Augmente significativement pour le groupe Broca par rapport au groupe conduction ;
- Augmente significativement en position initiale post-pausale pour le groupe Broca par rapport au groupe conduction.

Parmi les erreurs associées au mode d'articulation, les fricativisations constituent le type le plus fréquent et elles sont suivies par les erreurs d'occlusivisation. La probabilité d'observer une **erreur associée au changement de mode d'articulation...**

- Augmente pour le groupe Broca par rapport au groupe conduction.
- Augmentent globalement pour les consonnes fricatives par rapport aux occlusives et aux affriquées mais la probabilité d'avoir une erreur pour une fricative est largement supérieure pour le groupe Broca par rapport au conduction.
- Augmentent significativement en fonction de la fréquence syllabique *uniquement* pour le groupe conduction mais pas pour le groupe Broca.
- Augmentent davantage en position accentuée dans le groupe Broca par rapport au groupe de conduction.
- Diminuent globalement en position intersonorante par rapport au contexte V-C.

Nous considérons l'erreur **d'appui articulaire** comme un cas particulier d'erreur d'addition. La probabilité d'observer ce type d'erreur...

- Augmente dans la tâche de lecture chez les Broca par rapport à la même tâche chez les patients aphasiques de conduction.
- Diminue pour les syllabes non fréquentes par rapport aux syllabes les plus fréquentes indépendamment de la pathologie.
- Augmente globalement pour les consonnes fricatives par rapport aux occlusives.

La probabilité d'observer une erreur d'omission...

- N'est pas influencé par la pathologie.
- Augmente pour les syllabes à structure plus complexe par rapport à la structure CV.
- Augmente sensiblement pour les syllabes non accentuées.

Le Tableau 33 résume les résultats significatifs rapportés ci-dessus en fonction de la pathologie.

TABLEAU RÉCAPITULATIF

Résultats effets simples	Pathologie	Fréquence lexicale	Fréquence syllabique	Accent	Conte xte Phonique	Compl exité syllabi que	Sonori té cible	Mode d'articulat ion cible	Tâche
Nombre global d'erreurs	X	X	X		X	X	X	X	X
Nombre d'erreurs de substitution	X	X	X		X		X	X	
Nombre d'erreurs de substitution associées à la sonorité	X	X			X	X	X		
Nombre d'erreurs d'assourdissements	X								
Nombre d'erreurs associées au mode d'articulation	X		X		X	X			
Nombre d'erreurs d'appui articulaire			X					X	X
Nombre d'erreurs d'omission	X			X		X			

Résultats interactions	Flex* Pathologie	Fsyll* Pathologie	Accen t* Pathologie	Conte xte* Pathologie	Compl exité* Pathologie	Sonori té* Pathologie	Mode*Pat hologie	Tache *Pathologie
Nombre global d'erreurs						X		X
Nombre d'erreurs de substitution		X				X	X	
Nombre d'erreurs de substitution associées à la sonorité				X		X		
Nombre d'erreurs d'assourdissements				X				
Nombre d'erreurs associées au mode d'articulation		X	X				X	
Nombre d'erreurs d'appui articulaire								X
Nombre d'erreurs d'omission								

TABLEAU 33 Récapitulatif des résultats des modèles mixtes logistiques rapportés dans ce chapitre en fonction de la pathologie

NOMBRE D'ERREURS AU-DELA DU SEGMENT

Introduction

Objectifs

Les erreurs qui affectaient la forme du mot cible au-delà du segment ont été exclues des analyses rapportées dans les paragraphes précédents. Cependant, le nombre de ces erreurs, bien que réduit par rapport aux erreurs segmentales, n'est pas négligeable et permet de compléter la description du comportement verbal des patients. A ce groupe appartiennent :

- les déplacements (87 cas)
- les substitutions lexicales (52 cas)
- les erreurs multiples (143)

Les erreurs telles que les persévérations, les anticipations ou les omissions des syllabes n'ont pas été prises en considération en raison du nombre limité de cas.

Dans la partie qui suit nous nous intéresserons aux effets qui influencent l'apparition de ce type d'erreurs dans la production des sujets aphasiques.

Classification des erreurs

Comme nous l'avons expliqué dans la partie II, le corpus sur lequel se base la présente étude a été conçu afin de pouvoir analyser les erreurs au niveau segmental, en particulier les substitutions. La classification des erreurs à partir du segment cible a été motivée par notre objectif principal d'examiner les phénomènes qui ont lieu à ce niveau-là. Cependant, lors de la confection de la base de données, en présence d'erreurs qui modifient la forme sonore du mot au-delà du phonème, il nous a semblé intéressant de rendre compte de la totalité du comportement des sujets et nous avons décidé d'inclure les erreurs observées.

Ainsi, les erreurs extra-segmentales ont été codées selon le même principe que les erreurs segmentales, que nous avons explicité dans le chapitre concernant le protocole expérimental, c.à.d. à partir du segment.

Nous allons illustrer notre procédure avec un exemple :

L'item « faldones » (fr. jupe) a été codé deux fois dans la base de données, une pour le phonème initial /f/ et l'autre pour le phonème intersonorant /d/. Nous avons codé chaque réalisation du phonème /f/ et du phonème /d/ séparément.

Dans le cas d'une erreur de substitution, par exemple, celle-ci a été codée pour le segment en question, /f/ ou /d/. Un mot pouvait présenter une erreur segmentale sur le phonème /f/ mais pas sur le phonème /d/, notre système de codage permettait de le coder séparément et de le quantifier ensuite comme deux unités séparées.

Dans le cas d'une erreur de déplacement, cependant, une réalisation perçue comme /fandoles/ n'a été codée qu'une fois.

Le problème se pose pour la quantification de ces erreurs par rapport à la totalité de la production. En effet nous ne sommes pas en mesure de comparer le nombre d'erreurs de ce type - c.à.d. qui affectent le mot entier - par rapport *aux mots* ; la structure de notre base nous oblige à les considérer par rapport aux nombre d'items étudiés, c.à.d. *au nombre de segments cible*.

Pour cette raison, et afin de pouvoir mener à terme les analyses des erreurs qui affectent le mot au-delà du phonème, nous avons restructuré la base de donnée en fonction du mot cible. Les analyses que nous rapportons par la suite ont été effectuées sur cette nouvelle base de données. La question que nous nous sommes posée est la suivante : quelle est la probabilité d'erreur (de déplacement, erreur multiple ou erreur de substitution lexicale) sur la totalité de la production des mots ?

Analyses statistiques

Pour examiner les effets des variables explicatives de l'étude nous avons effectué des modèles de régression logistique à effets mixtes, dans lesquels les sujets et les items ont été introduits comme variables aléatoires. Comme effets fixes, nous avons introduit dans le modèle les variables qui potentiellement influencent la forme du mot au niveau extra-segmental : la pathologie, la tâche et la fréquence lexicale, ainsi que les interactions de la pathologie avec la fréquence lexicale et avec la tâche. La variable dépendante correspond dans chaque modèle au type d'erreur étudié.

Les contrastes significatifs ont été identifiés moyennant le package *lsmeans* et visualisés au moyen de la fonction *lsmip* dans le même package. Tous les tests ont été réalisés avec le logiciel R 3.1.2., version pour Windows (R Development Core Team, 2008).

Résultats des analyses

Nombre de déplacements

Nous avons d'abord voulu déterminer les facteurs qui influencent l'apparition d'erreurs de déplacement. Ce type des paraphasies, appartenant, selon la classification proposée par Jakobson, à la catégorie de phénomènes relevant de l'axe syntagmatique, est traditionnellement attribué à l'aphasie de conduction. Nous nous attendons par conséquent à ce que la probabilité d'observer une erreur de ce type soit supérieure dans le groupe Conduction que dans le groupe Broca.

Le résultat montre qu'aucune variable n'atteint le niveau de signification fixé à $p=.050$, bien que la pathologie s'en approche (Wald $X^2(1)=3.13$, $p=.076$). Selon ce résultat, les *odds ratio* diminuent dans le groupe Broca par rapport au Conduction de 2.20 fois ($p=.076$).

Nombre d'erreurs multiples

Quant aux erreurs multiples, elles sont influencées de manière significative par la pathologie (Wald $X^2(1)=12.75$, $p=.000$), la tâche (Wald $X^2(1)=5.95$, $p=.014$) et la fréquence lexicale (Wald $X^2(3)=16.61$, $p=.001$). En l'absence d'interactions significatives, nous allons examiner les effets principaux.

La probabilité d'observer une erreur multiple est supérieure dans le groupe Broca que dans le groupe Conduction (cf. Figure 72). Par rapport à ce dernier, les *odds ratio* augmentent de 6.44 fois ($p=.000$) pour le groupe Broca, les probabilités sont respectivement de 0.03 et 1.8%.

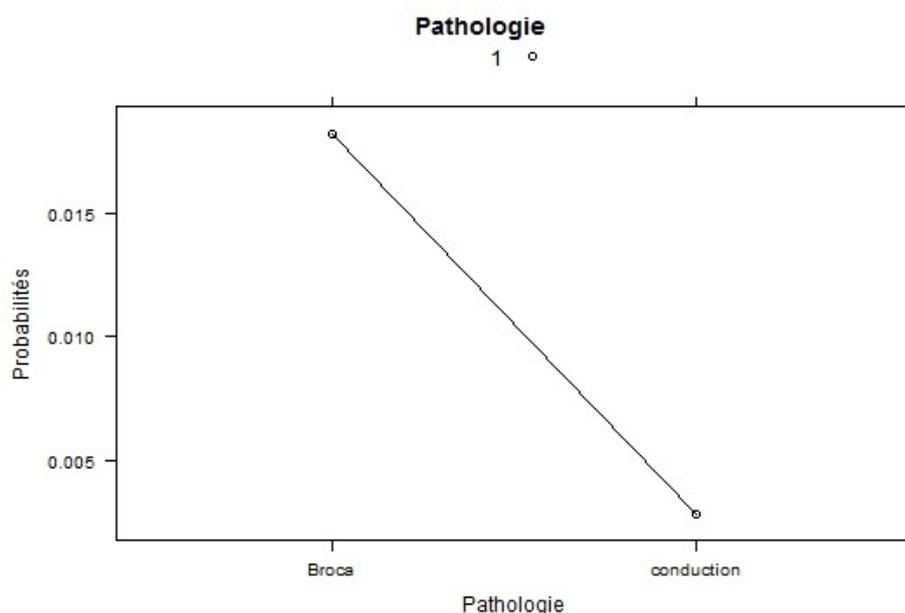


FIGURE 72 Probabilité d'observer une erreur multiple en fonction de la pathologie

La probabilité d'observer une erreur diminue en fonction de la fréquence lexicale. A mesure que la fréquence augmente, les chances d'observer une erreur diminuent. Les probabilités pour chaque niveau de la variable de fréquence sont respectivement (de moins fréquent à plus fréquent) : 1.4%, 1.1%, 0.5% et 0.3%. Les *odds ratio* augmentent pour les mots de fréquence lexicale (Flex) 1 par rapport à Flex 4 de 4.55 fois ($p=.002$), par rapport à Flex 3 de 2.60 fois ($p=.035$) et pour Flex 2 par rapport à Flex 4 de 3.54 fois ($p=.22$). Ce résultat est présenté dans la Figure 73.

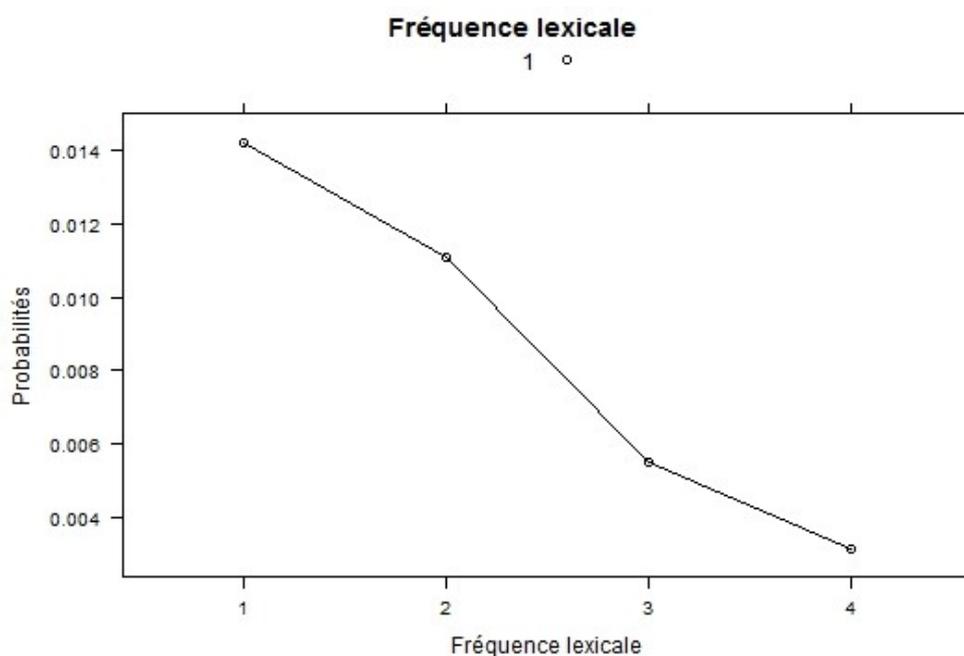


FIGURE 73 Probabilité d'observer une erreur multiple en fonction de la fréquence lexicale (1-mots les moins fréquents, 4-mots les plus fréquents).

Les chances d'observer une erreur multiple augmentent en lecture par rapport à la répétition (cf. Figure 74). Les *odds ratio* augmentent de 1.65 fois ($p=.014$), les probabilités sont respectivement de 0.9% et 0.5%.

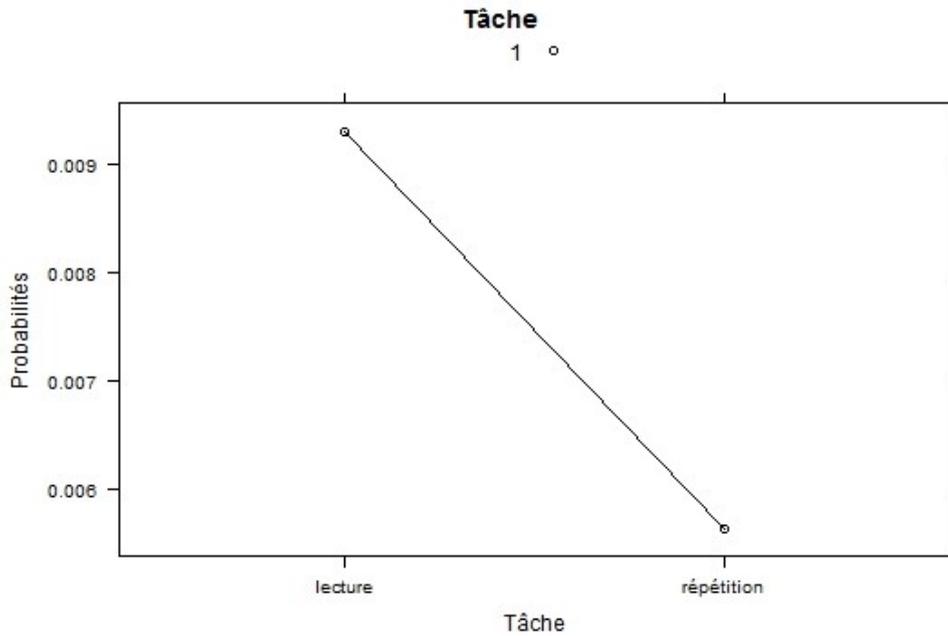


FIGURE 74 Probabilité d'observer une erreur en fonction de la tâche (lecture et répétition)

Nombre de substitutions lexicales

En ce qui concerne les substitutions lexicales, les chances d'observer une erreur de ce type sont significativement influencées par la tâche (Wald $X^2(1)=17.76$, $p=.000$). Aucun autre effet significatif (de la pathologie, de la fréquence lexicale ou des interactions) n'est observé.

Nous observons que la probabilité d'erreur augmente en lecture par rapport à la répétition (cf. Figure 75) Les *odds ratio* sont multipliés 4.47 fois en lecture ($p=.000$), les probabilités sont respectivement de 0.7% et 0.1%.

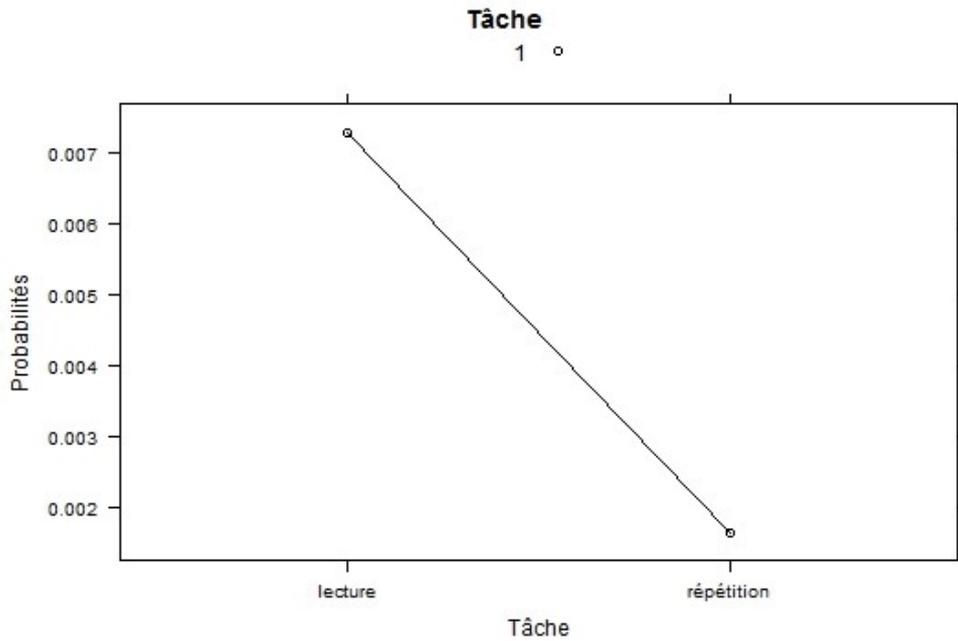


FIGURE 75 Probabilité d'observer une erreur de substitution lexicale en fonction de la tâche.

Synthèse des résultats

La probabilité d'erreur de **déplacement**...

- N'est pas influencée par la tâche
- Ne dépend pas de la fréquence lexicale
- Est supérieure pour le groupe conduction (effet presque significatif, $p=.076$).

La probabilité d'observer une **erreur multiple** ...

- Augmente pour le groupe Broca par rapport au groupe conduction ;
- Diminue pour les mots les plus fréquents ;
- Augmente pour la tâche de lecture par rapport à celle de répétition

La probabilité d'observer une erreur de **substitution lexicale**...

- Augmente pour la tâche de lecture par rapport à celle de répétition
- N'est pas influencée par la fréquence lexicale
- Ne dépend pas de la pathologie

ANALYSES ACOUSTIQUES : DIFFERENTIATION DES NIVEAUX DE REPRESENTATIONS PHONETIQUE ET PHONOLOGIQUE

Introduction

Objectif général

L'objectif général des analyses rapportées ci-après est d'évaluer l'hypothèse concernant l'origine des erreurs - au niveau phonétique versus phonologique dans les modèles de production verbale - en fonction de la pathologie. Cette hypothèse prédit que les erreurs observables dans la production du groupe Broca se caractérisent par l'existence de traces phonétiques systématiques qui suggèrent une différenciation entre les substitutions et les productions correctes par ces patients (c.à.d. la préservation de la capacité de sélection phonématique). Elle prédit par ailleurs que dans la production du groupe conduction nous n'observerons pas de distinction systématique en termes acoustiques entre ces deux catégories (erreurs face aux productions correctes), indiquant un problème au niveau de la sélection segmentale en absence de difficultés au niveau de la programmation articulatoire.

Objectifs particuliers

Pour examiner ces différences, nous nous proposons en premier lieu d'analyser la **production correcte** de tous les groupes de sujets (pathologie et groupe contrôle), afin d'identifier les différences dans la paramétrisation acoustique en fonction de la sonorité et du mode d'articulation cible en absence de l'erreur. En particulier, nous testerons si les paramètres dits « secondaires » (c.à.d. autres que principaux pour l'établissement des oppositions phonologiques) sont systématiquement différenciés en fonction de la sonorité dans les productions correctes des patients

aphasiques et le groupe contrôle, ainsi qu'en fonction de facteurs comme la tâche, l'accent, la fréquence lexicale et la fréquence syllabique.

Ensuite, nous nous concentreront uniquement sur les groupes présentant une **pathologie** (groupes Broca et Conduction). Nous examinerons les paramètres acoustiques de toutes les consonnes perçues comme appartenant à une catégorie déterminée (par exemple, perçues comme sourdes ou perçues comme fricatives) en fonction de s'il existe ou pas une erreur associée au changement de sonorité ou de mode d'articulation pour déterminer si les différents groupes de sujets différencient systématiquement entre les productions correctes et les erreurs. Dans ces analyses, les paramètres « secondaires » nous intéresseront très particulièrement du fait de l'existence d'éventuelles stratégies de compensation au plan phonique.

Les résultats des analyses seront présentés en fonction des caractéristiques suivantes des catégories consonantiques analysées :

- Sonorité
- Mode d'articulation cible

Analyses statistiques

Afin d'examiner les effets des variables prédicteurs sur les paramètres acoustiques, nous avons utilisé des modèles de régression linéaire à effets mixtes moyennant le package *lmer4* (D. Bates, Maechler, Bolker, & Walker, 2014), dans lesquels les sujets et les items ont été introduits comme variables aléatoires, et la pathologie, la tâche, l'accent, la fréquence lexicale et la fréquence syllabique comme variables explicatives (facteurs fixes). En fonction des analyses, nous avons introduit en outre la sonorité cible ou le mode d'articulation cible. Pour déterminer l'existence de la multicolinéarité entre les variables explicatives, un test approprié a été effectué à l'aide de la fonction *vif* dans le package *car* (Fox & Weisberg, 2011). Progressivement, les variables n'ayant pas d'effet significatif ont été supprimées du modèle.

La variable réponse correspond dans chaque modèle au paramètre acoustique étudié. Pour l'étude du trait de sonorité, nous examineront le VOT, la durée totale du segment, le nombre et la durée de barres d'explosion, la durée du bruit fricatif, le FTT et le VTT. Pour l'étude du trait de mode d'articulation, nous analyserons la durée segmentale, la durée du bruit fricatif absolue et relative et le nombre de barres d'explosion.

Notre examen commence par une exploration globale de données. Afin de mieux visualiser la distribution des variables continues et savoir si les mesures acoustiques satisfont le prérequis de normalité, nous avons réalisé des histogrammes et des graphiques de densités en fonction des variables explicatives à l'aide du logiciel R. Par ailleurs, les tableaux croisés nous ont permis d'examiner les effectifs des différentes catégories appartenant aux variables catégorielles considérées. Ces tests ont été effectués au moyen du package *gmodels* (Warnes, 2013) dans R.

Concernant la sélection des données, nous avons d'abord sélectionné les observations en fonction du type d'analyse (de sonorité et de mode d'articulation). Ainsi, les occlusives sourdes et sonores constituent l'objet des analyses de la sonorité tandis que les fricatives et les occlusives sourdes ont été retenues pour les analyses du mode d'articulation. Par ailleurs, nous avons contrôlé le contexte

phonique pour chaque paramètre, c.à.d. pour chaque variable dépendante. Nous avons retenus les observations recensées dans les contextes où la paramétrisation a été possible. Chaque décision relative à la sélection de données est dûment explicitée au début des analyses correspondantes.

Sur la base des modèles ainsi obtenus, nous avons réalisé plusieurs comparaisons afin d'identifier les contrastes significatifs à l'intérieur de chaque modalité des facteurs étudiés au moyen de la fonction *lsmeans* dans le package *lsmeans* (Lenth & Hervé, 2015), et les effets significatifs ont été illustrés au moyen de la fonction *lsmip* dans le même package.

Dans tous les tests, le seuil de signification a été fixé à 0.05, bien que certains résultats au-dessus de ce seuil aient été rapportés s'ils présentaient un intérêt particulier pour cette étude. Dans ces cas-là, ils ont été dûment signalés comme non significatifs.

Tous les tests ont été réalisés avec le logiciel R 3.1.2., version pour Windows (R Development Core Team, 2008).

Le schéma global des modèles construits est synthétisé dans les Figures 76-77.

VARIABLE RÉPONSE	PRÉDICTEURS	QUESTIONS DE RECHERCHE
Paramètre acoustique selon le type d'analyses	Sonorité / Mode d'articulation	Est-ce que les valeurs du paramètre sont globalement différenciées en fonction de la sonorité/mode d'articulation, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
	Sonorité / Mode d'articulation :Pathologie	Est-ce que les valeurs du paramètre sont globalement différenciées en fonction de la sonorité/mode d'articulation et de la pathologie, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
	Sonorité / Mode d'articulation :Pathologie:Accent	Est-ce que les valeurs du paramètre sont globalement différenciées en fonction de la sonorité/mode d'articulation, de la pathologie, et de l'accent, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
	Sonorité / Mode d'articulation :Pathologie:Tâche	Est-ce que les valeurs du paramètre sont globalement différenciées en fonction de la sonorité/mode d'articulation, de la pathologie, et de la tâche, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
	Sonorité / Mode d'articulation :Pathologie:Fréquence lexicale	Est-ce que les valeurs du paramètre sont globalement différenciées en fonction de la sonorité/mode d'articulation, de la pathologie, et de la fréquence lexicale, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
	Sonorité / Mode d'articulation :Pathologie:Fréquence syllabique	Est-ce que les valeurs du paramètre sont globalement différenciées en fonction de la sonorité/mode d'articulation, de la pathologie, et de la fréquence syllabique toutes autres variables confondues par ailleurs ?
En prenant en compte la variabilité due aux SUJETS ET ITEMS		
Pour les observations sélectionnées		

FIGURE 76 Schéma du modèle statistique : pour les productions correctes

VARIABLE RÉPONSE	PRÉDICTEURS	QUESTIONS DE RECHERCHE
Paramètre acoustique selon le type d'analyses	Erreur	Est-ce que les valeurs du paramètre sont globalement différenciées en fonction de l'erreur, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
	Erreur:Pathologie	Est-ce que les valeurs du paramètre sont globalement différenciées en fonction de l'erreur de la pathologie, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
	Erreur:Pathologie:Accent	Est-ce que les valeurs du paramètre sont globalement différenciées en fonction de l'erreur, de la pathologie, et de l'accent, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
	Erreur:Pathologie:Tâche	Est-ce que les valeurs du paramètre sont globalement différenciées en fonction de l'erreur, de la pathologie, et de la tâche, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
	Erreur:Pathologie:Fréquence lexicale	Est-ce que les valeurs du paramètre sont globalement différenciées en fonction de l'erreur, de la pathologie, et de la fréquence lexicale, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
	Erreur:Pathologie:Fréquence syllabique	Est-ce que les valeurs du paramètre sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie, et de la fréquence syllabique toutes autres variables confondues par ailleurs ?
En prenant en compte la variabilité due aux SUJETS ET ITEMS		
Pour les observations sélectionnées		

FIGURE 77 Schéma du modèle statistique : pour les productions incorrectes

Analyses de la sonorité

Notre intérêt s'articulant autour de l'expression phonique de l'opposition de sonorité en espagnol nous a amené à choisir les consonnes occlusives sourdes et sonores. Il convient de rappeler qu'en espagnol l'opposition de voisement pour les consonnes occlusives se manifeste uniquement dans le contexte initial post-pausale et dans le contexte où l'occlusive est précédée d'une consonne nasale ou latérale. Dans les autres contextes, les occlusives sonores sont réalisées phonétiquement comme des approximantes et si elles s'opposent aux occlusives sourdes en termes de voisement, cela n'est pas le seul critère considéré pour décrire l'opposition entre /p,t,k/ et // (cf. partie I, chapitre 2 et partie II, chapitre 4 et 5).

Productions correctes

VOT

Hypothèses et objectifs

L'objectif des analyses rapportées ci-après est de déterminer quels sont les facteurs de variations du VOT pour les consonnes occlusives correctes produits par tous les groupes de sujets qui ont participé à cette étude (Broca, Conduction et contrôle).

Le VOT constitue (en espagnol) l'indice à haut rendement dans la distinction du voisement des consonnes occlusives. Il semble donc évident que nous allons pouvoir observer l'effet de sonorité sur les valeurs de ce paramètre. Par contre, il n'existe pas d'études à notre connaissance qui aient examiné si la manière dont la sonorité cible influence le VOT en production correcte varie en fonction de la pathologie. Cela pourrait être paraphrasé de la manière suivante : est-ce que les productions des patients aphasiques sont aussi canoniques que les productions des sujets contrôle ? Nous souhaitons donc savoir si l'effet de la sonorité cible (sourdes et sonores) influence les valeurs de ce paramètre en fonction de la pathologie.

En plus, nous demandons si l'interaction entre la pathologie et la sonorité est influencé, à son tour, par les facteurs phonétique et psycholinguistiques tels que l'accent, la tâche, et les effets de fréquence (lexicale et syllabique).

Ainsi, notre objectif est triple et consiste à déterminer:

- l'effet de la sonorité cible sur les valeurs du VOT ;
- l'effet de l'interaction entre la sonorité cible et la pathologie ;
- l'effet de l'interaction entre la sonorité cible, la pathologie et les autres variables explicatives de l'étude : la tâche, l'accent, la fréquence lexicale et la fréquence syllabique.

Afin de sélectionner les données pour les présentes analyses, nous avons d'abord déterminé si les valeurs du VOT changeaient significativement en fonction du contexte phonique et de l'interaction

entre la pathologie et le contexte, séparément pour chaque catégories de phonèmes (sonores et sourdes). Pour cela, nous avons réalisé un modèle mixte à effets aléatoires (sujet et item), avec le VOT comme variable réponse et le contexte phonique ainsi que l'interaction entre la pathologie et le contexte comme effets fixes. Pour ce test, nous avons retenu tous les contextes à l'exception du contexte final où le contraste de voisement disparaît. Le résultat de cette analyse met en évidence que le contexte influence les valeurs du VOT de manière significative tant pour les sonores ($F(3,78.59)=38.07, p=.000$) comme pour les sourdes ($F(3,114.79)=13.34, p=.000$). L'interaction entre la pathologie et le contexte s'est avéré très significative pour les sonores ($F(6,1293.79)=6.13, p=.000$) et pour les sourdes ($F(6,2035.65)=4.60, p=.000$). Par conséquent, en ce qui concerne le VOT, nous avons décidé de réaliser des tests séparés pour chaque contexte (sauf final).

Le modèle global ainsi construit pour chaque contexte phonique, incluant la pathologie, la sonorité cible, la tâche, la fréquence lexicale, la fréquence syllabique et l'accent comme effets fixes, est recensé fournir des réponses aux questions de recherche suivantes, qui par ailleurs orienteront notre interprétation :

- Est-ce que les valeurs du VOT pour les occlusives correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que les valeurs du VOT pour les occlusives correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité et de la pathologie, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que les valeurs du VOT pour les occlusives correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de l'accent, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que les valeurs du VOT pour les occlusives correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de la fréquence lexicale, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que les valeurs du VOT pour les occlusives correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de la fréquence syllabique, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que les valeurs du VOT pour les occlusives correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de la tâche, toutes autres variables confondues par ailleurs ?

Le schéma du modèle pour les analyses du VOT dans les productions correctes est présenté à la Figure 78.

FIGURE

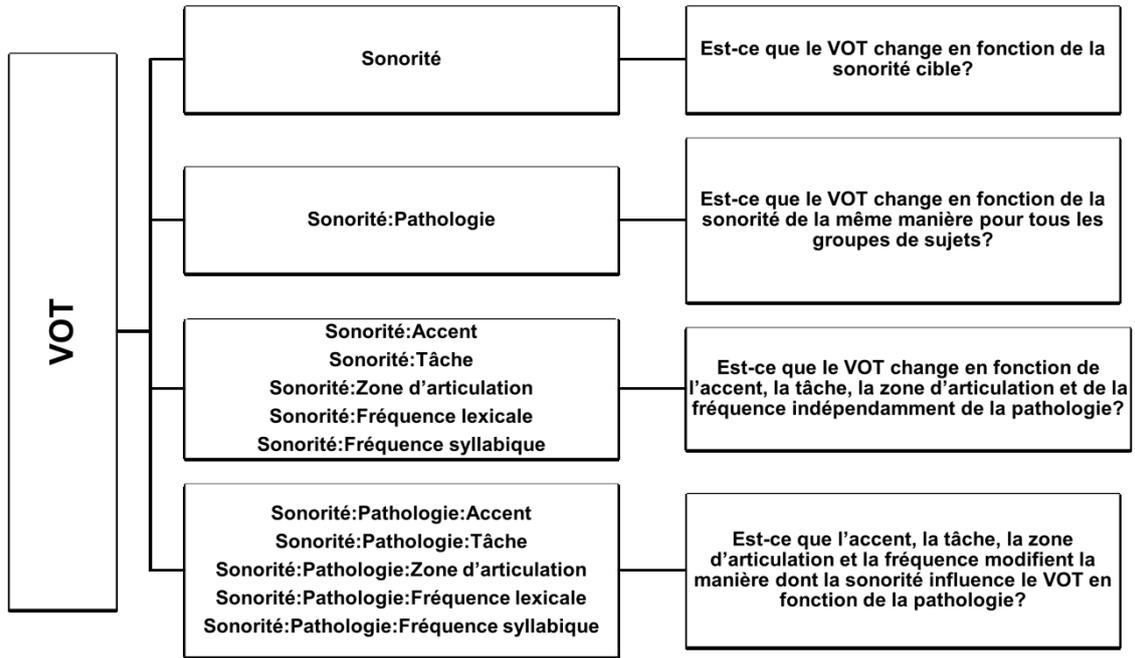


Figure 78. Schéma global du modèle mixte pour les analyses statistiques du VOT dans les productions correctes.

Contexte initial post-pausal

Le nombre d'observations qui participent aux analyses rapportées ci-après est de 1085.

Les analyses des effets des variables explicatives sur les valeurs du VOT révèlent les effets significatifs de l'interactions triples entre la pathologie, la sonorité et l'accent ($F(2,1644.72)=11.94$, $p=.000$) et entre la pathologie, la sonorité et la fréquence lexicale ($F(6,1646.51)=4.62$, $p=.000$). L'interaction entre la pathologie, la sonorité et la fréquence syllabique ainsi et qu'entre la pathologie, la sonorité cible et la tâche ne sont pas significatives. Ensuite, nous observons que les valeurs du VOT sont affectées, indépendamment de la pathologie, en fonction de la sonorité et de l'accent, ($F(1,97.89)=7.70$, $p=.007$), de la sonorité et la tâche ($F(1,1629.12)=18.07$, $p=.000$) et de la sonorité et de la zone d'articulation ($F(2,75.54)=13.19$, $p=.000$). Par ailleurs, l'interaction entre la pathologie et la sonorité est également significative ($F(2,1660.17)=13.87$, $p=.000$).

En ce qui concerne les effets principaux pertinent pour cette étude, nous observons un effet principal de la sonorité ($F(1,100.64)=2040.73$, $p=.000$). Les résultats sont synthétisés dans le Tableau 34.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
PATHOL	5.70	2	10.47	0.021
Lsonore	2040.73	1	100.64	0.000
Flex	0.92	3	92.92	NS
Fsyll	0.73	3	73.98	NS
Laccent	7.70	1	97.89	0.007
Tache	9.76	1	1629.45	0.002
PATHOL:Lsonore	13.87	2	1660.17	0.000
Lsonore:Lpointart	13.19	2	75.54	0.000
Lsonore:Laccent	9.71	1	99.11	0.002
Lsonore:Tache	18.07	1	1629.12	0.000
Lsonore:Flex	1.78	3	92.92	NS
PATHOL:Lsonore:Laccent	11.94	2	1644.72	0.000
PATHOL:Lsonore:Flex	4.62	6	1646.51	0.000

TABLEAU 34 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante VOT pour les consonnes occlusives correctes en position initiale.

Nous observons d'abord que la sonorité est significative en tant qu'effet principal. Comme attendu, les valeurs du VOT dépendent significativement ($p=.000$) de la sonorité cible, indépendamment du groupe (sonores : $M=-78.62$ ms, $SD=2-13$ ms vs sourdes : $M=12.94$ ms, $SD=2.03$ ms). Les valeurs du VOT diminuent de 91.56ms pour les sonores par rapport aux sourdes.

Néanmoins, l'examen de l'interaction entre la pathologie et la sonorité permet de mettre en évidence que les valeurs du VOT pour le groupe Broca sont significativement différentes des deux autres groupes pour la catégorie sonores mais *non pas* pour les sourdes (pour les sonores : le groupe contrôle $M=-83.11$ ms., $SD=2.96$ ms vs le groupe Broca $M=-65.20$ ms, $SD=3.96$ ms vs le groupe

Conduction $M=-87.53\text{ms}$, $SD=3.10\text{ms}$; pour les sourdes : le groupe contrôle $M=10.91\text{ ms.}$, $SD=2.82\text{ms}$ vs le groupe Broca $M=15.04\text{ ms.}$, $SD=2.97\text{ ms.}$ vs. groupe Conduction $M=12.87\text{ms}$, $SD=2.87\text{ms}$). Ainsi, les valeurs négatives de VOT du groupe Broca diminuent en valeur absolue de 17.9ms pour les occlusives sonores initiales par rapport à celles produites par le groupe contrôle ($p=.010$) et de 22.32ms par rapport à celle du groupe Conduction ($p=.001$). Les différences entre les trois groupes de sujets pour la catégorie sourdes ne sont pas significatives.

Cette interaction est illustrée à la Figure 79.

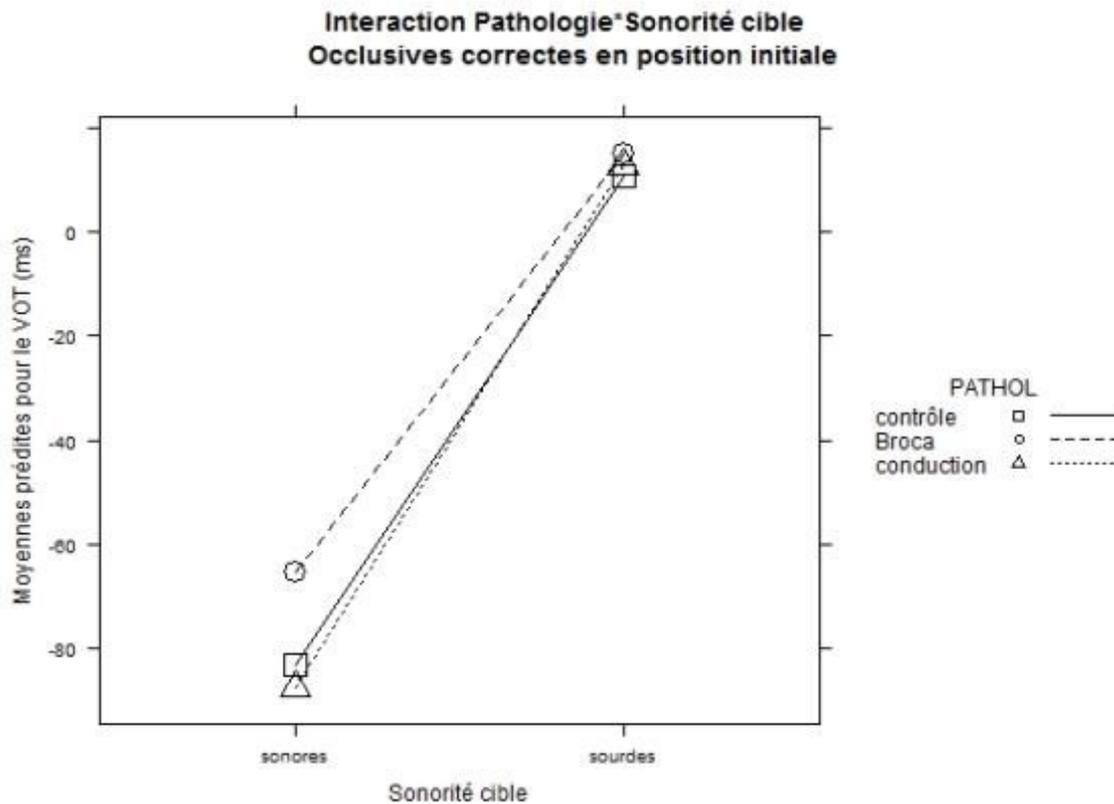


Figure 79. Effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible sur les moyennes des valeurs du VOT : les occlusives correctes en position initiale.

Nous observons par ailleurs que l'accent et la sonorité influencent les valeurs du VOT (cf. Figure 80). Les valeurs du VOT diminuent (en valeur absolue) de 10.96 ms pour les consonnes sonores en contexte accentué par rapport aux consonnes sonores en syllabe non-accentuées ($M=-73.01\text{ms}$, $SD=3.06\text{ ms.}$ vs $M=-84.07\text{ ms.}$, $SD=2.41$, $p=.003$), tandis que les différences en fonction de l'accent pour les consonnes sourdes ne sont pas significatives ($p>.05$). Les autres contrastes ne sont pas pertinents.

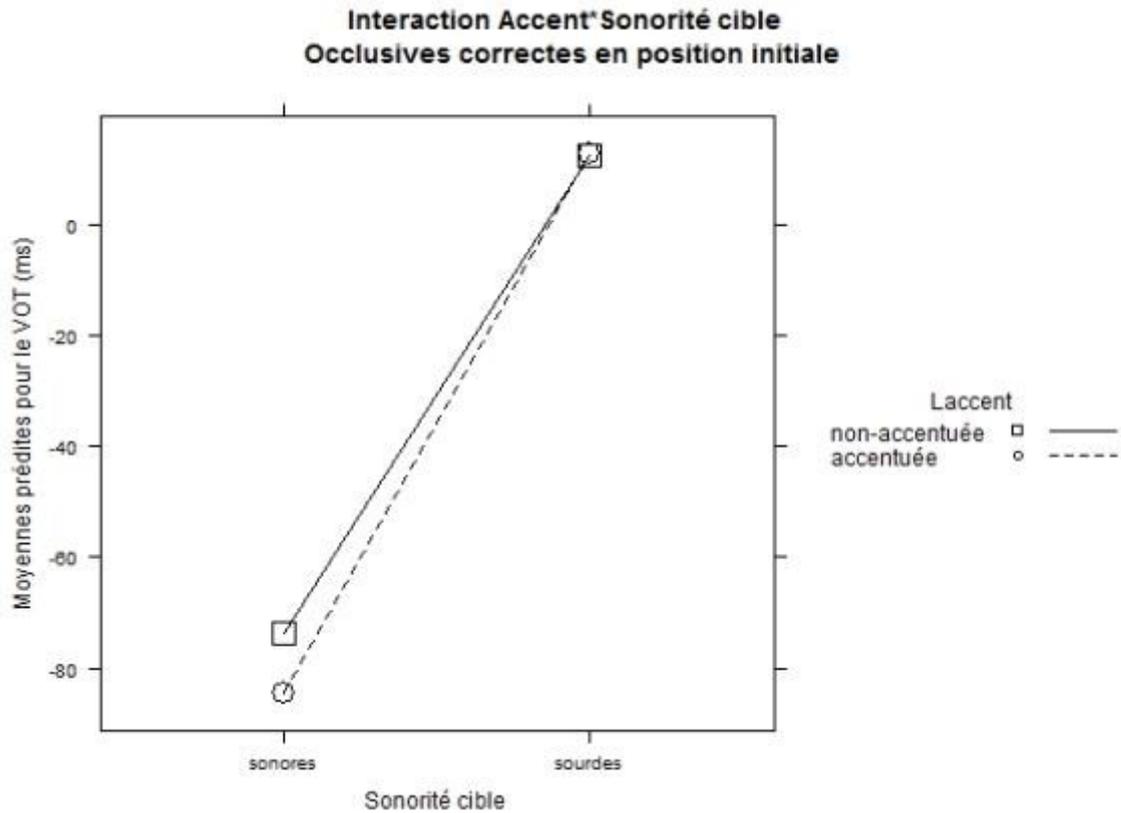


Figure 80. Effet de l'interaction entre l'accent et la sonorité cible sur les moyennes des valeurs du VOT : les occlusives correctes en position initiale.

Par ailleurs, l'interaction entre la sonorité et la tâche influence les valeurs du VOT (cf. Figure 81). Les valeurs du VOT augmentent de 9.27ms pour la catégorie sonores dans la tâche de lecture par rapport à la tâche de lecture (M=-83.83ms, SD=2.44 vs M=-74.55, SD=2.44, $p=.000$). Les différences en fonction de la tâche ne sont pas significatives pour les consonnes sourdes.

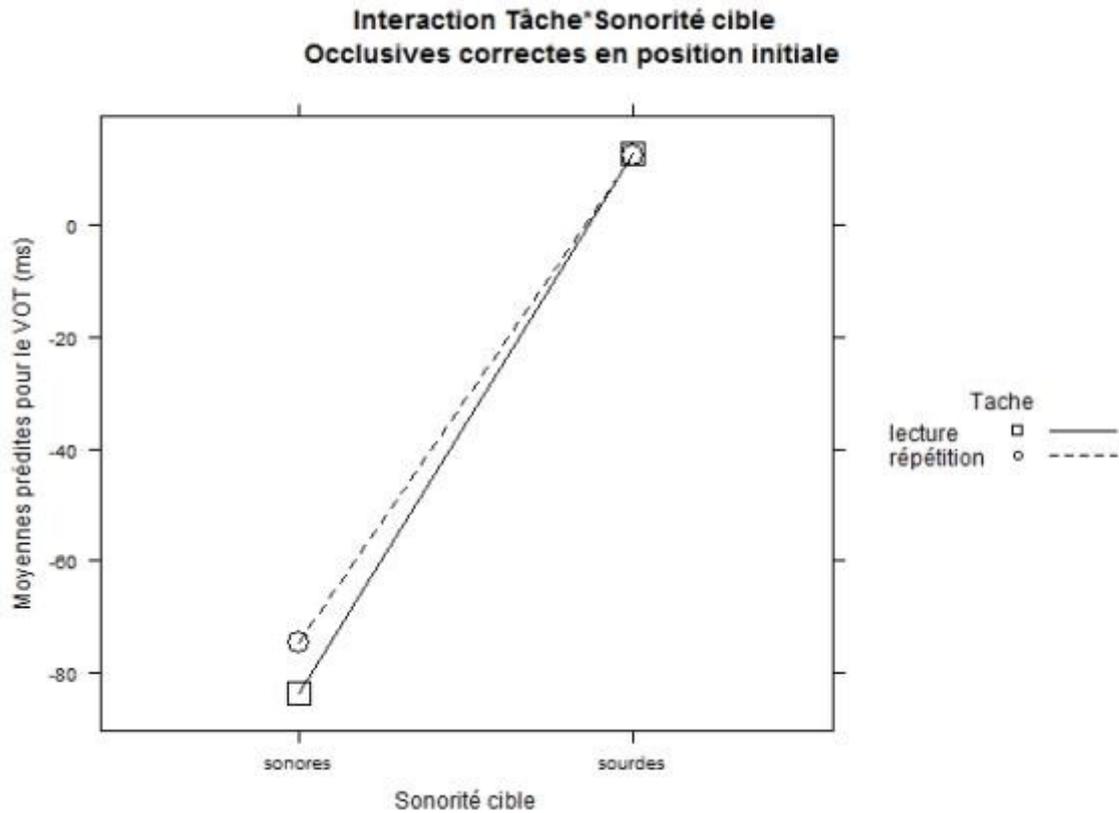


Figure 81. Effet de l'interaction entre la tâche et la sonorité cible sur les moyennes des valeurs du VOT : les occlusives correctes en position initiale.

L'examen de l'interaction entre la sonorité et la zone d'articulation, illustrée à la Figure 82, nous informe qu'en ce qui concerne les consonnes sourdes, les différences en fonction de la zone d'articulation sont significatives tandis que cela n'est pas le cas pour les consonnes sonores. Ainsi, le VOT diminue en valeur absolue de 20.33ms pour les consonnes sonores articulées dans la zone des lèvres ($M=-73.12\text{ms}$, $SD=2.65\text{ms}$ vs $M=-93.45\text{ms}$, $SD=3.21\text{ms}$, $p=.000$) et de 24.12ms pour les consonnes sonores vélares par rapport aux occlusives sonores articulées dans la zone des alvéoles ($M=-69.33\text{ms}$, $SD=2.00$ vs. $M=-93.45\text{ms}$, $SD=3.21\text{ms}$, $p=.000$). Tous les contrastes entre les occlusives sonores et sourdes sont également significatifs. Ce résultat est indépendant de la pathologie.

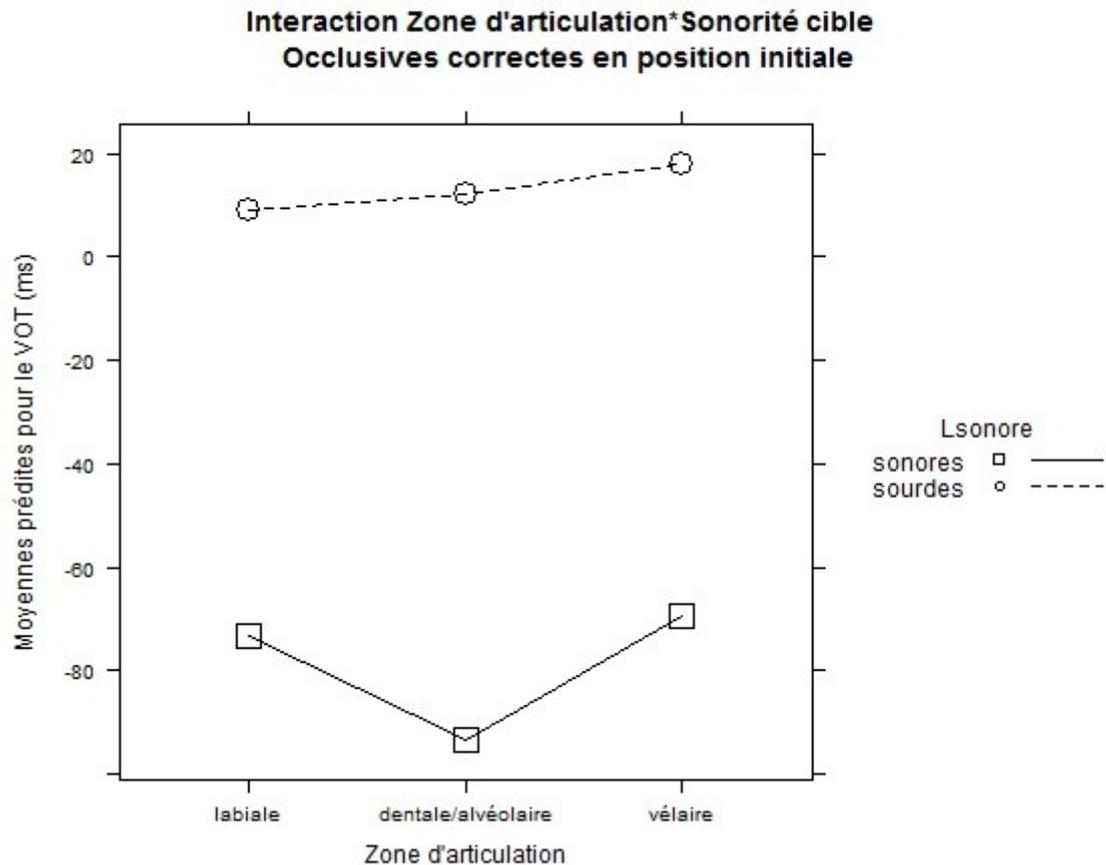


Figure 82. Effet de l'interaction entre la zone d'articulation et la sonorité cible sur les moyennes des valeurs du VOT : les occlusives correctes en position initiale.

L'interaction entre la pathologie et la sonorité dépend à son tour de la fréquence lexicale et de l'accent. En raison de l'existence de l'effet principal de la sonorité cible, pour les analyses *post hoc* des interactions triples, nous avons décidé de réaliser des tests séparés pour les occlusives correctes sonores et occlusives correctes sourdes.

Ainsi, en ce qui concerne les **occlusives sourdes**, l'interaction entre la pathologie et la fréquence syllabique s'avère non significative. Il en est de même pour l'interaction entre la pathologie et l'accent ($p > .05$).

Par contre, en ce qui concerne la catégorie des **occlusives sonores** ($N=667$), nous observons l'effet de l'interaction entre la pathologie et l'accent ($F(2,618.38)=7.90$, $p=.000$) et l'effet de l'interaction entre la pathologie et la fréquence lexicale ($F(6,619.94)=2.69$, $p=.014$).

Quant à l'effet de la pathologie et de l'accent sur les valeurs du VOT pour les consonnes sonores initiales, l'examen des contrastes moyennant *lsmeans* met en évidence des différences à l'intérieur du groupe contrôle en l'absence de contrastes significatifs pour les autres groupes de sujets (c.à.d. Broca et Conduction). Ainsi, les valeurs du VOT augmentent de 21.98ms en valeur absolue pour les phonèmes cible placés en syllabes non-accentuées par rapport aux phonèmes cible placés en syllabes accentuées, *uniquement* pour le groupe contrôle ($M=-72.59$ ms, $SD=7.62$ ms vs $M=-55.44$ ms,

SD=10.39ms, $p=.000$). Tous les autres contrastes ne sont pas significatifs. Cet effet est illustré à la Figure 83.

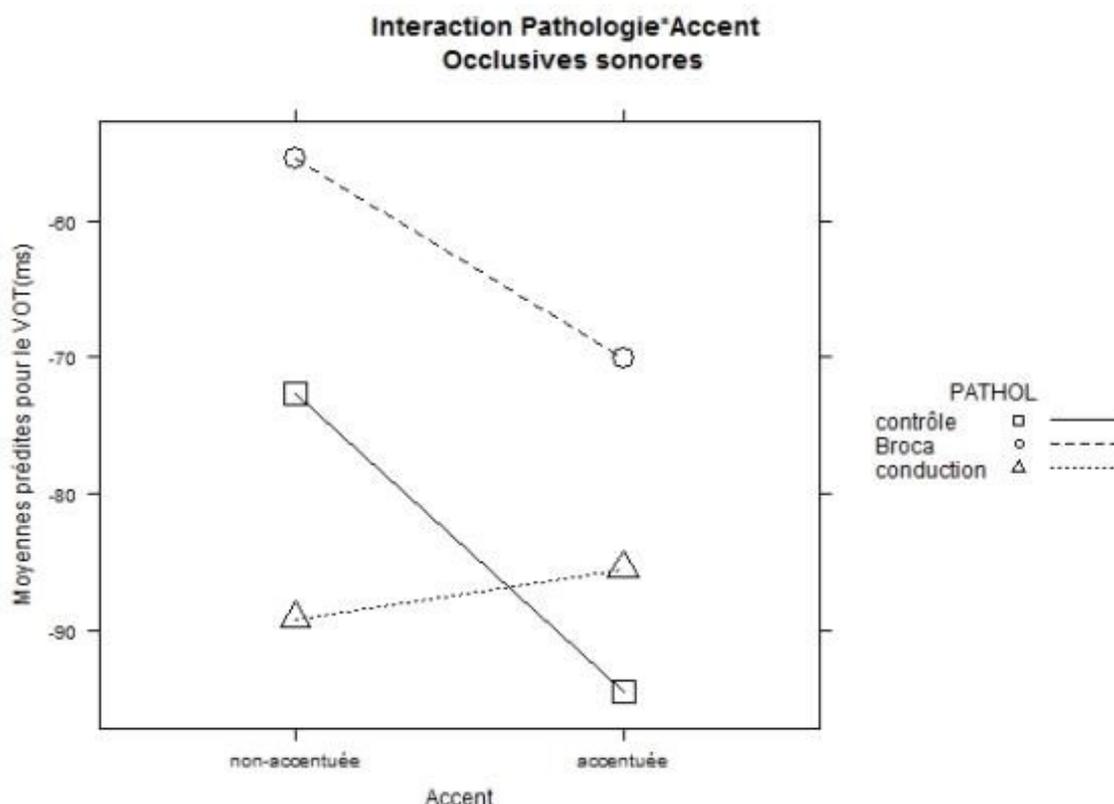


Figure 83. Effet de l'interaction entre la pathologie et l'accent sur les moyennes des valeurs du VOT : les occlusives sonores correctes en position initiale.

Concernant l'effet de la fréquence lexicale, l'examen des contrastes permet d'identifier des contrastes significatifs à l'intérieur du groupe Conduction pour la catégorie occlusives sonores en l'absence de tels effets pour le groupe Broca et le groupe contrôle.

Ainsi, pour le groupe de Conduction, nous observons une différence, en ce concerne les valeurs du VOT, entre les consonnes sonores dans les mots à fréquence 2 et tous les autres niveaux de la variable de fréquence lexicale, les valeurs du VOT étant supérieures en valeur absolue pour ce contexte en comparaisons avec les autres. Nous constatons que les valeurs du VOT augmentent en valeur absolue de 29.36ms pour les mots à fréquence 2 par rapport aux mots à fréquence 3 ($M=-107.46ms$, $SD=9.55ms$ vs $M=-78.09ms$, $SD=9.15ms$, $p=.028$). Les autres contrastes, pour ce groupe, dépassent le seuil de signification fixé à 0.05.

La représentation de l'interaction entre la pathologie et la fréquence lexicale à la Figure 84 permet de s'interroger sur la signification de la différence des valeurs du VOT pour les mots à fréquence 2 entre les groupes Broca et Conduction, qui semble importante. Pourtant, cette différence n'est pas statistiquement significative bien qu'elle montre une tendance à la signification ($p=.066$).

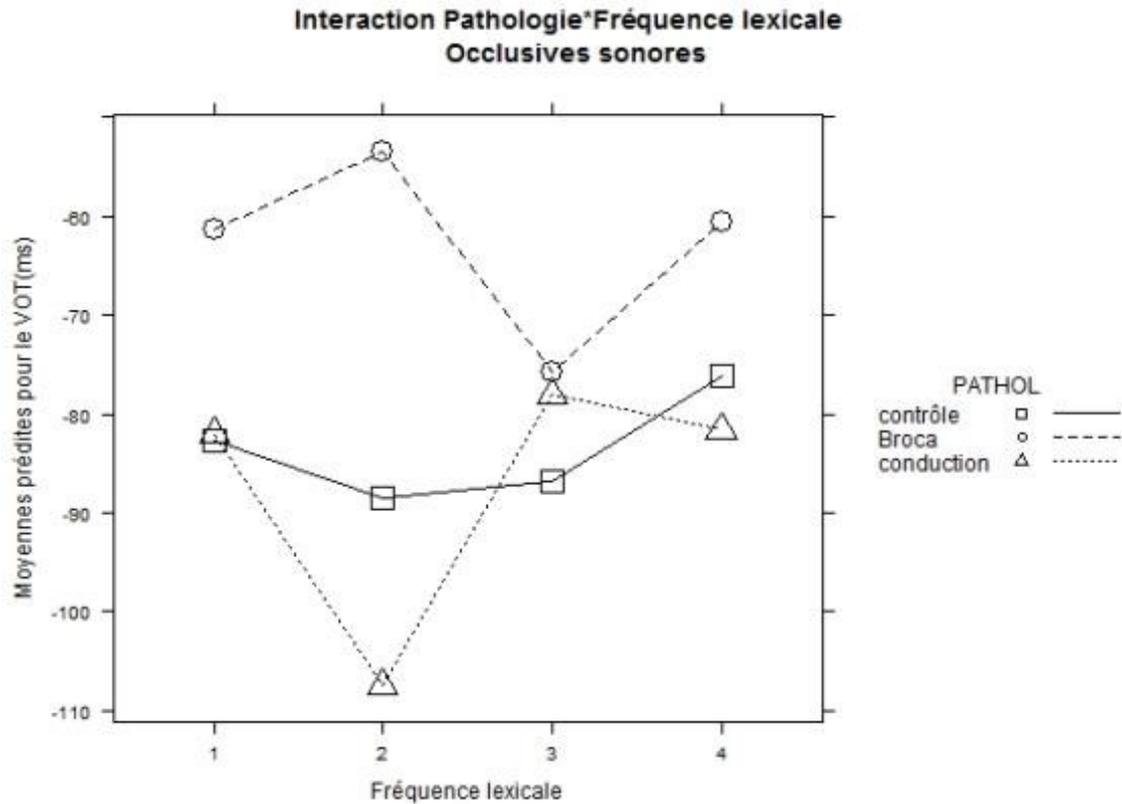


Figure 84. Effet de l'interaction entre la pathologie et la fréquence lexicale sur les moyennes des valeurs du VOT : les occlusives sonores correctes en position initiale.

Contexte intersonorant

Pour les présentes analyses nous avons retenu les occlusives produites en position intersonorante par tous les groupes de sujets (y compris le groupe contrôle), qui ont été perçues correctement, le total des observations retenues est au nombre de 851.

Les analyses des effets des variables explicatives sur les valeurs du VOT révèlent un effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible ($F(2,802.96)=21.05, p=.000$) et un effet principal de la sonorité ($F(1,39.94)=1795.65, p=.000$). Les résultats obtenus du modèle final sont synthétisés dans le Tableau 34a.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
PATHOL	4.12	2	8.17	NS
Lsonore	1795.65	1	39.94	0.000
PATHOL:Lsonore	21.05	2	802.96	0.000

Tableau 34a. Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante VOT pour les consonnes occlusives correctes en position intersonorante.

En accord avec les prédictions, nous observons que les valeurs du VOT sont sensiblement différentes en fonction de la sonorité cible : les consonnes sonores présentent un VOT négatif comme correspond à ce type de sons tandis que les sourdes présentent un VOT positif (sonores : $M=-53,00\text{ms}$, $SD=1,28\text{ms}$ vs sourdes : $M=12,46\text{ms}$, $SD=1,11\text{ms}$, $p=.000$).

Ceci étant, l'examen de l'interaction nous informe que pour la catégorie sonores les valeurs du VOT sont significativement différentes pour le groupe Broca par rapport au groupe contrôle ($M=-59,37\text{ms}$, $SD=1,80\text{ms}$ vs $M=-52,52\text{ms}$, $SD=1,70\text{ms}$, $p=.036$) et le groupe Conduction ($M=-59,37\text{ms}$, $SD=1,80\text{ms}$ vs $M=-47,11\text{ms}$, $SD=1,76\text{ms}$, $p=.000$) tandis que le contraste entre le groupe contrôle et le groupe Conduction n'est pas significatif. Pour les occlusives sonores produites par le groupe Broca, les valeurs du VOT augmentent en valeur absolue de 6.75ms par rapport au groupe contrôle et de 12.25ms par rapport au groupe Conduction.

En ce qui concerne la catégorie des occlusives intersonorantes sourdes, les contrastes entre les trois groupes ne sont pas significatifs.

L'interaction est illustrée à la Figure 85.

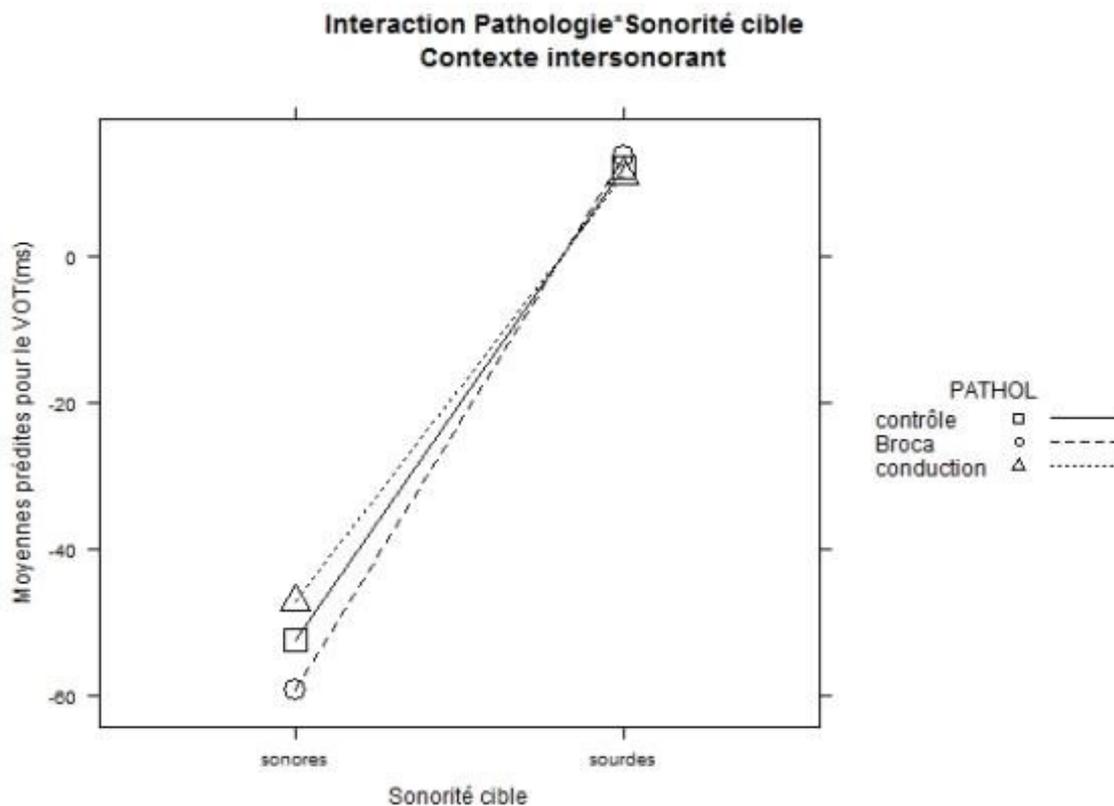


Figure 85. Effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible sur les moyennes des valeurs du VOT : les occlusives correctes en position intersonorante.

Contexte C-V

Nous rapportons ci-après les analyses des occlusives produites en contexte C-V, le nombre d'observations qui participent à ces analyses est de 677. Il convient de rappeler que dans le contexte C-V l'opposition du voisement est secondaire.

Pour ces analyses, nous avons écarté du modèle la variable de fréquence syllabique à cause des données du VOT manquantes pour certaines catégories de cette variable.

Les analyses mettent en évidence l'effet des interactions triples entre la pathologie, la sonorité cible et l'accent ($F(2,607.97)=12.11$, $p=.000$), la pathologie, la sonorité cible et la fréquence lexicale ($F(6,615.11)=5.82$, $p=.000$), et la pathologie, la sonorité cible et la tâche ($F(2,613.85)=5.27$, $p=.005$). Par ailleurs, on observe l'effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité ($F(2,625.38)=6.30$, $p=.001$) et l'effet principal de la sonorité cible ($F(1,26.76)=686.33$, $p=.000$). Les résultats du modèle final sont synthétisés dans le Tableau 35.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
PATHOL	0.52	2	16.14	NS
Lsonore	686.33	1	26.76	0.000
Flex	2.24	3	28.31	NS
Laccent	1.49	1	29.61	NS
Tache	30.59	1	617.15	0.000
PATHOL:Lsonore	6.30	2	625.38	0.002
Lsonore:Laccent	2.24	1	29.62	NS
Lsonore:Flex	3.71	3	28.26	0.023
Lsonore:Tache	31.50	1	617.33	0.000
PATHOL:Lsonore:Laccent	12.11	2	607.97	0.000
PATHOL:Lsonore:Flex	5.82	6	615.11	0.000
PATHOL:Lsonore:Tache	5.27	2	613.85	0.005

TABLEAU 35 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante VOT pour les consonnes occlusives correctes en position C-V

Globalement, les valeurs du VOT en position C-V sont influencées par la sonorité cible, les valeurs pour les consonnes sonores présentant un VOT négatif comme correspond à cette catégorie de son, tandis que les consonnes sourdes présentant un VOT positif (sonores : $M=-55.73\text{ms}$, $SD=2.11\text{ms}$ vs. sourdes : $M=13.82\text{ms}$, $SD=1.94\text{ms}$, $p=.000$).

Les valeurs du VOT dépendent significativement en fonction de l'interaction entre la sonorité cible et la tâche. Nous constatons que les valeurs du VOT augmentent de 19.08ms pour les consonnes sonores dans la lecture par rapport à la répétition ($M=-65.28\text{ms}$, $SD=2.55\text{ms}$ vs $M=-46.20\text{ms}$, $SD=2.56\text{ms}$, $p=.000$), tandis que cela n'est pas significatif pour les consonnes sourdes ($p>.05$).

Cette interaction est illustrée à la Figure 86.

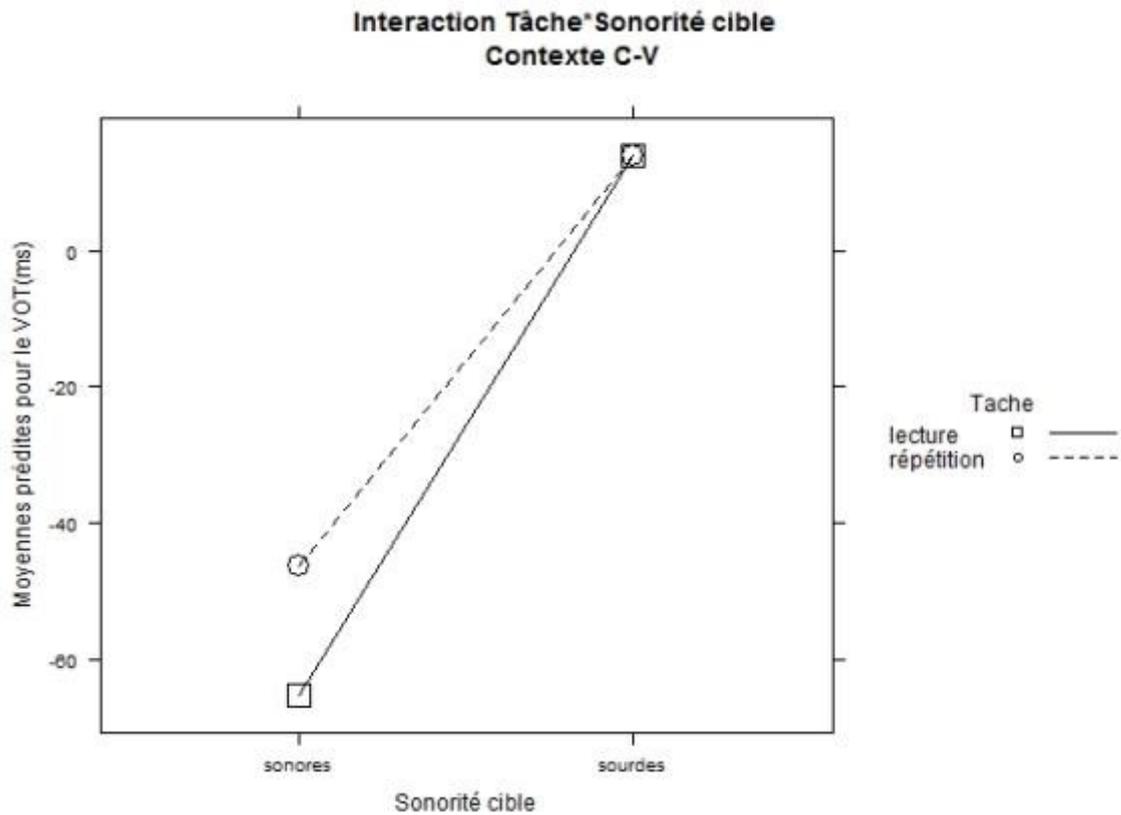


Figure 86. Effet de l'interaction entre la tâche et la sonorité cible sur les moyennes des valeurs du VOT : les occlusives correctes en position C-V.

Par ailleurs, nous observons que les valeurs du VOT dans ce contexte phonique dépendent significativement de l'interaction de la sonorité cible et de la fréquence lexicale. Nous observons que les valeurs du VOT sont significativement inférieures de 18.04ms pour les consonnes sonores se trouvant en mots les moins fréquents (à fréquence lexicale 1) par rapport à celles se trouvant en mots à fréquence 2 (M=-42.48ms, SD=5.24ms vs M=-60.61ms, SD=3.90ms, $p=.040$). Les autres contrastes pour les consonnes sonores ne sont pas significatifs. Aucun des contrastes en fonction de la fréquence pour la catégorie sourdes n'est significatif (cf. la Figure 87).

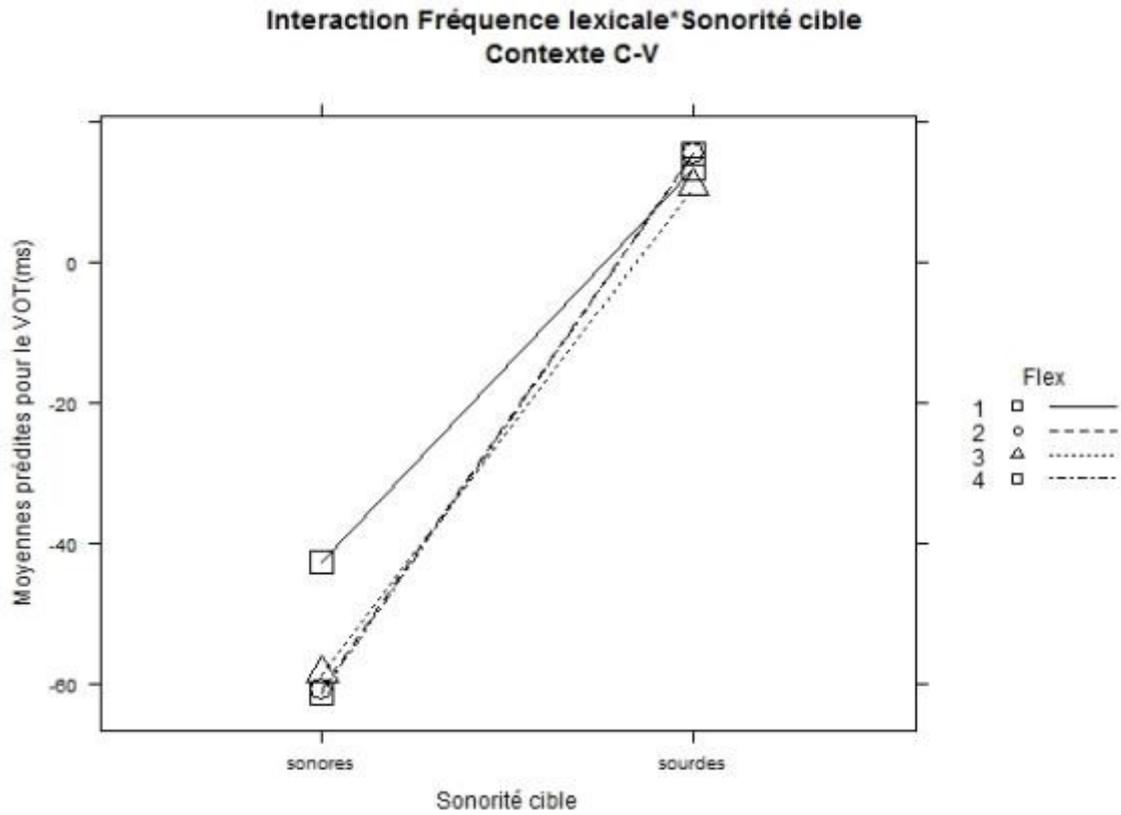


Figure 87. Effet de l'interaction entre la fréquence lexicale et la sonorité cible sur les moyennes des valeurs du VOT : les occlusives correctes en position C-V.

L'examen de l'interaction confirme l'opposition de sonorité entre les occlusives sonores et les occlusives sourdes exprimée par la différence significative des valeurs du VOT pour tous les groupes de sujets ($p < 0.05$) et en plus, met en évidence que les contrastes entre les groupes en fonction de chaque catégorie de sonorité ne sont pas significatifs ($p > .05$).

L'interaction est illustrée à la Figure 88.

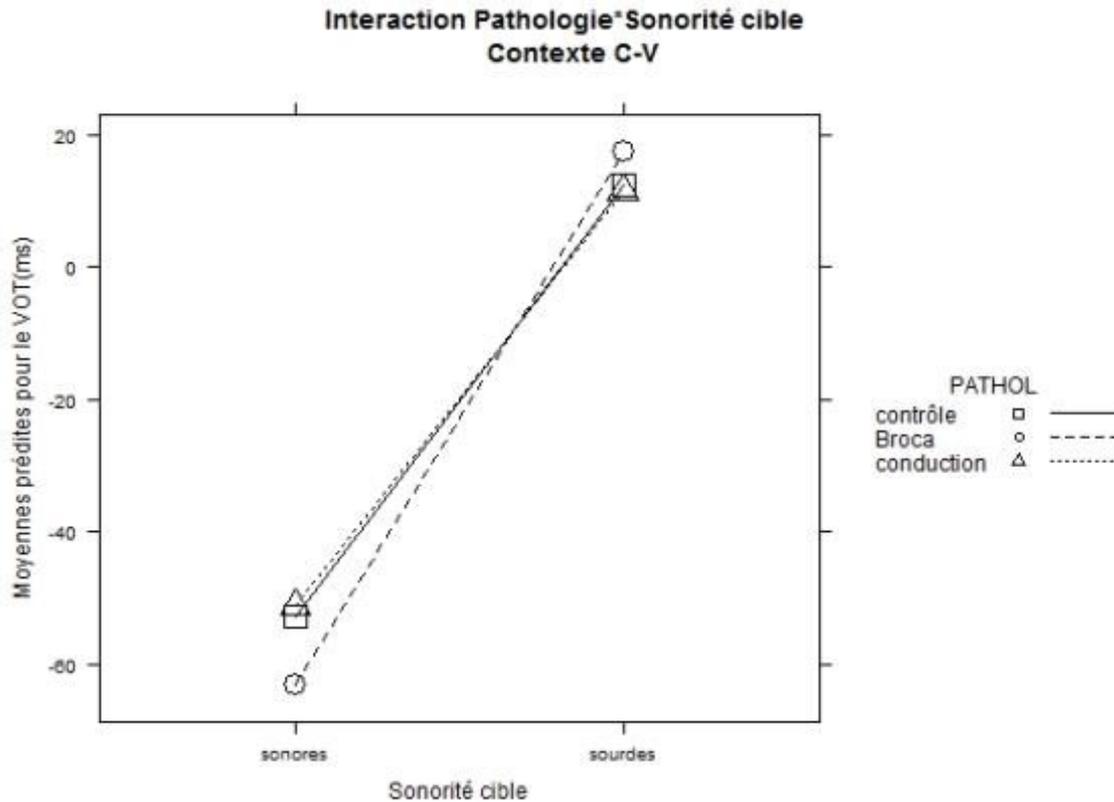


Figure 88. Effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible sur les moyennes des valeurs du VOT : les occlusives correctes en position C-V.

Pour les analyses *post hoc* nous avons décidé d'examiner les effets des variables de la fréquence lexicale, de l'accent et de la tâche en fonction de la pathologie séparément pour chaque catégorie de sonorité (sourdes et sonores).

Pour les consonnes **sourdes** (N=677), nous avons observé un effet de l'interaction entre la pathologie et l'accent ($F(2,436.69)=4.65, p=.010$). L'examen des contrastes moyennant le package *lsmeans* permet de voir que les différences des valeurs du VOT en syllabe accentuée entre le groupe Broca et contrôle montrent une tendance à la signification (M=19.04, SD=2.18 vs M=11.88, SD=2.16, $p=.081$). Les autres différences ne sont pas significatives (à l'intérieur de la variable pathologie tout comme à l'intérieur de l'accent). L'interaction est illustrée à la Figure 89.

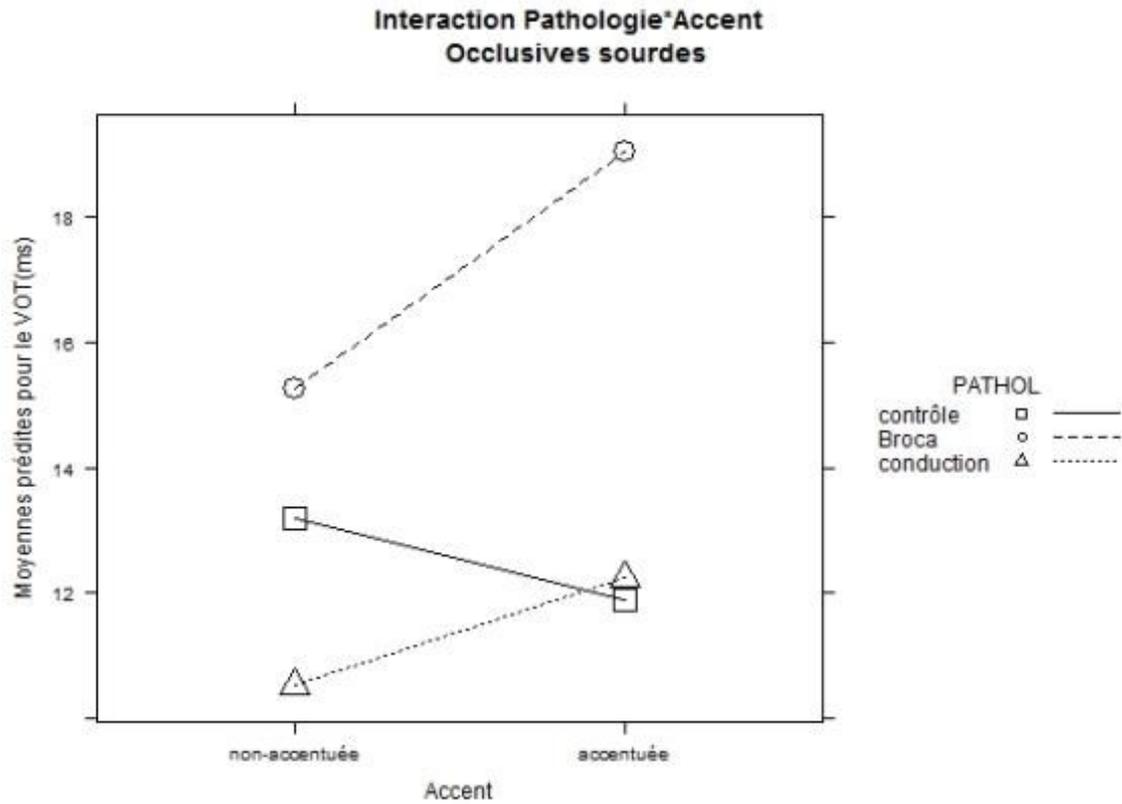


Figure 89. Effet de l'interaction entre la pathologie et l'accent sur les moyennes des valeurs du VOT : les occlusives sourdes correctes en position C-V.

En ce qui concerne l'effet de l'interaction entre la pathologie et la fréquence lexicale, l'examen visuel de l'interaction (cf. Figure 90) suggère une différence pour les mots les plus fréquents (fréquence lexicale 4) entre le groupe Broca et les deux autres groupes (contrôle et Conduction). Les analyses révèlent pourtant que cette différence n'est pas significative ni montre la tendance à la signification ($p > .05$).

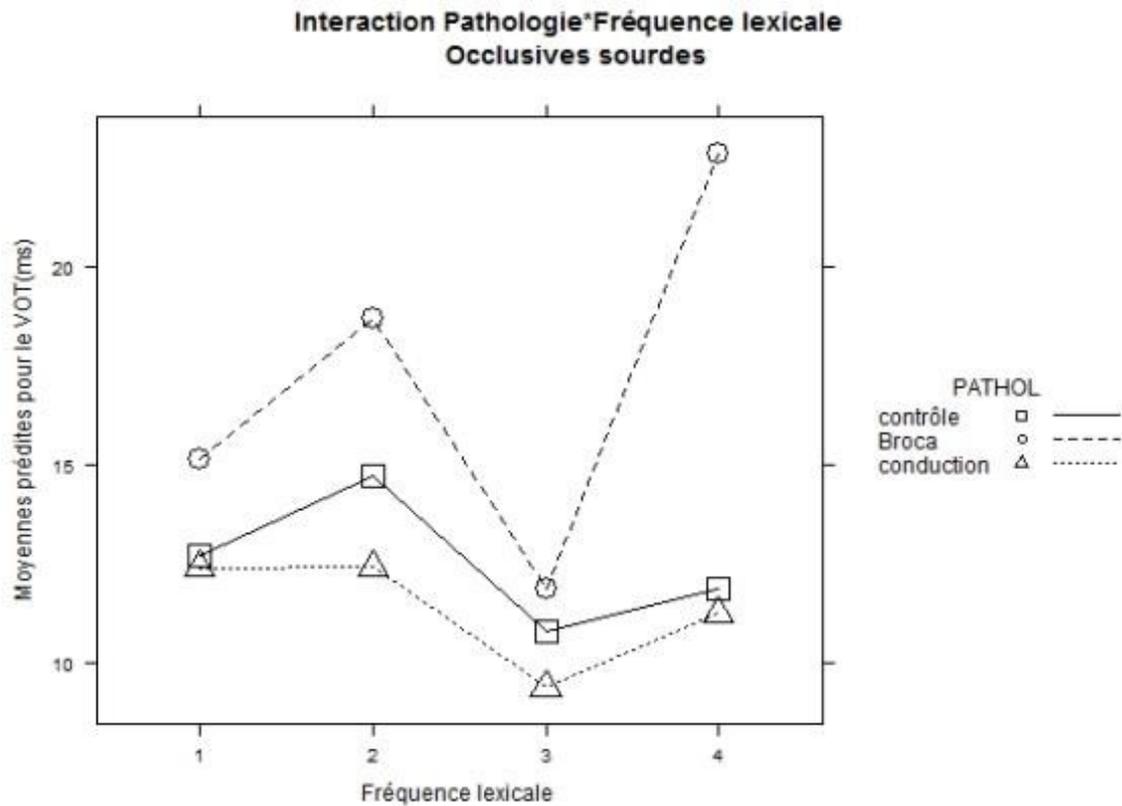


Figure 90. Effet de l'interaction entre la pathologie et la fréquence lexicale sur les moyennes des valeurs du VOT : les occlusives sourdes correctes en position C-V.

Finalement, nous avons examiné l'interaction entre la pathologie et la tâche pour les consonnes sourdes. La représentation des différences à la Figure 91 indiquerait que le groupe Broca se comporte - sur le plan phonique - différemment des deux autres groupes. L'examen de l'interaction montre cependant que ces différences ne sont pas significatives ($p > .05$).

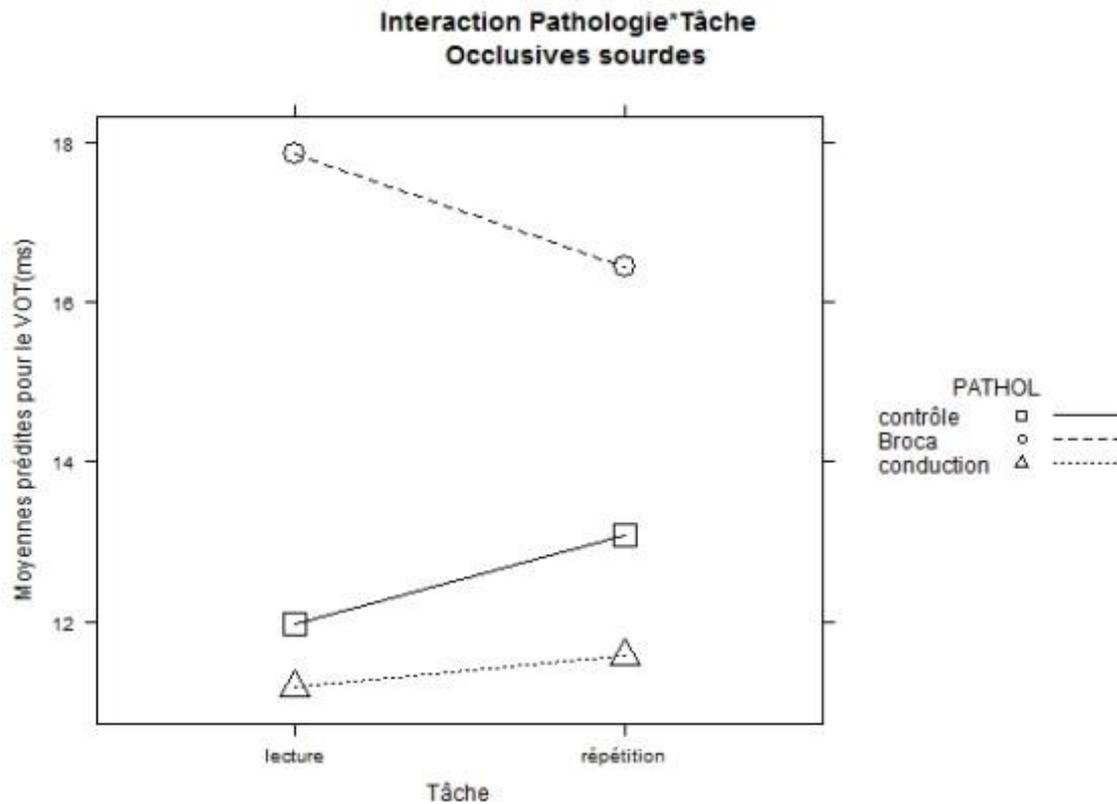


Figure 91. Effet de l'interaction entre la pathologie et la tâche sur les moyennes des valeurs du VOT : les occlusives sourdes correctes en position C-V.

En ce qui concerne les **consonnes sonores**, nous observons un effet de l'interaction entre la pathologie et l'accent ($F(2,174.42)=4.64, p=.012$). L'examen de cette interaction met en évidence que l'accent n'a pas d'effet sur les valeurs du VOT pour les sujets contrôle ($M=-53.11\text{ms}$, $SD=8.12\text{ms}$ vs $M=-51.84\text{ms}$, $SD=10.37\text{ms}$, $p=1.000$) ni pour le groupe Broca ($M=-73.43\text{ms}$, $SD=-51.63\text{ms}$ vs $M=-52.09\text{ms}$, $SD=14.54\text{ms}$, $p=.933$), tandis qu'il influence significativement les valeurs du VOT dans le groupe Conduction. Pour ce groupe, les valeurs du VOT diminuent en valeur absolue pour le contexte non accentué par rapport au contexte accentué ($M=-33.57\text{ms}$, $SD=9.37\text{ms}$ vs $M=-79.06\text{ms}$, $SD=11.70\text{ms}$, $p=.033$). Ce résultat est illustré dans la Figure 92.

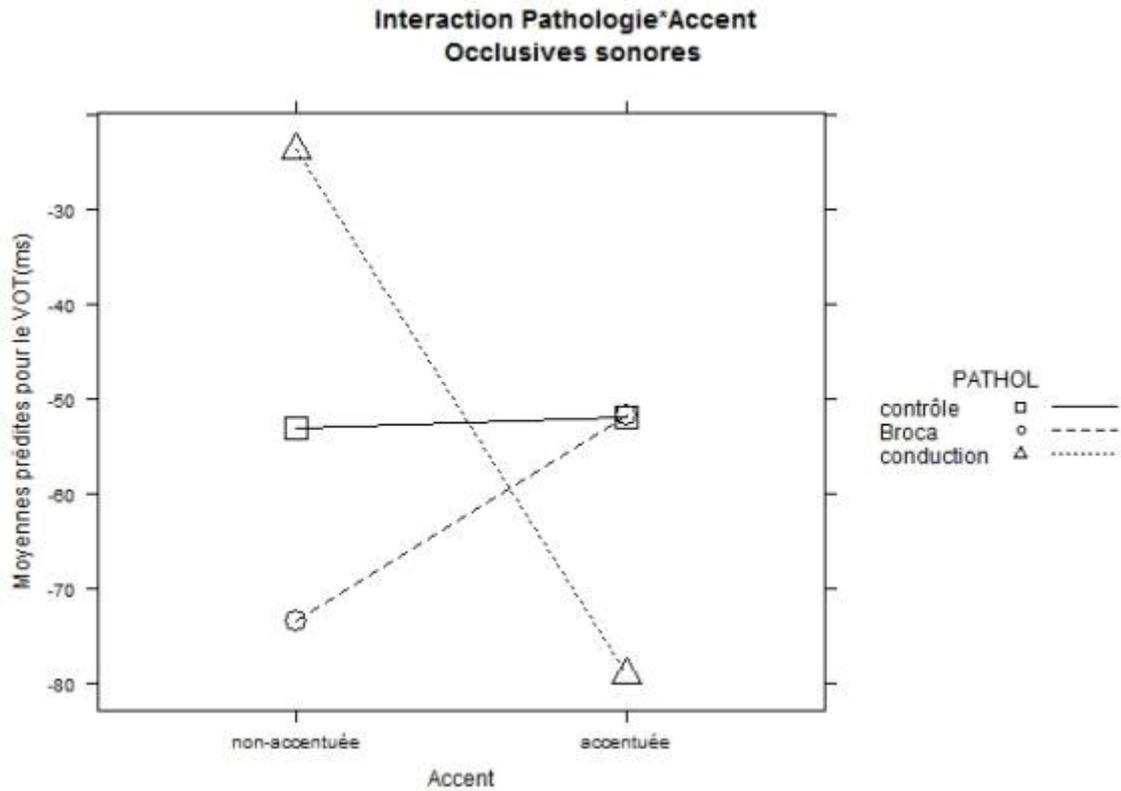


Figure 92. Effet de l'interaction entre la pathologie et l'accent sur les moyennes des valeurs du VOT : les occlusives sonores correctes en position C-V.

Finalement, concernant l'interaction entre la pathologie et la fréquence lexicale, les analyses révèlent que les valeurs du VOT sont significativement différentes pour le groupe Conduction entre les mots les moins fréquents et les mots à fréquence 3. Les valeurs absolues du VOT diminuent de 71.47ms pour les mots les moins fréquents par rapport aux mots à fréquence 3 ($M=-8.99\text{ms}$, $SD=14.89\text{ms}$ vs $M=-80.76\text{ms}$, $SD=18.97\text{ms}$, $p=.056$). Pour les groupes contrôle et Broca, par contre, les contrastes entre les niveaux de la variable de fréquence lexicale ne sont pas significatifs. Pour le groupe Conduction les autres contrastes ne sont pas significatifs.

L'interaction est illustrée à la Figure 93.

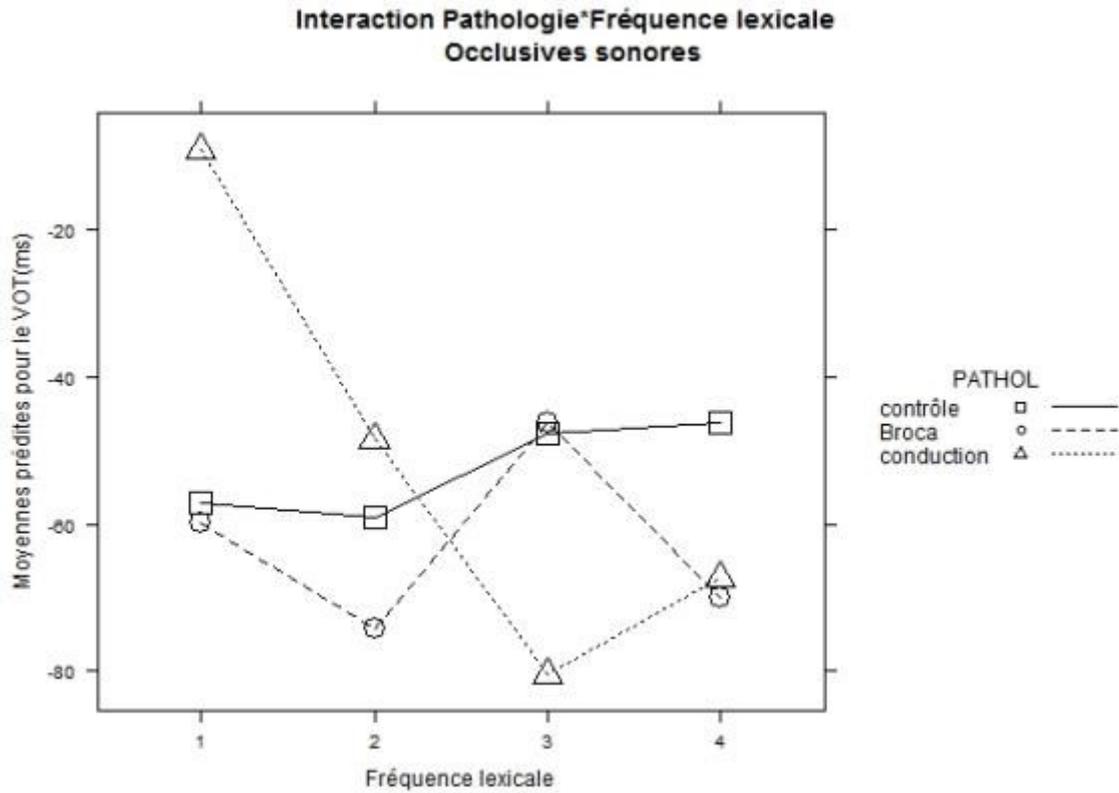


Figure 93. Effet de l'interaction entre la pathologie et la fréquence lexicale sur les moyennes des valeurs du VOT : les occlusives sonores correctes en position C-V.

Contexte V-C

Pour les analyses rapportées ci-après, nous avons sélectionné les occlusives correctes en contexte V-C, au nombre de 226.

Nous avons écarté du modèle la variable de fréquence syllabique à cause des données du VOT manquantes dans certaines modalités de cette variable.

Les analyses mettent en évidence un effet significatif de l'interaction triple entre la pathologie, la sonorité et l'accent ($F(2,198.38)=5.672, p=.004$), ainsi que de l'interaction entre la pathologie et la sonorité ($F(2,203.79)=6.032, p=.003$). Nous observons également l'effet de la sonorité ($F(1,18.678)=107.76, p=.000$). Les autres variables et interactions pertinentes pour l'étude ne sont pas significatives. Les résultats du modèle final sont synthétisés dans le Tableau 36.

TABLEAU

Variable	<i>F</i>	NUM d.f.	DEN d.f.	<i>p</i> value
PATHOL	3.787	2	11.156	0.055
Lsonore	107.763	1	18.678	0.000
Flex	8.009	2	10.368	0.008
Laccent	0.025	1	14.463	NS
PATHOL:Lsonore	6.032	2	203.791	0.003
Lsonore:Laccent	0.939	1	16.373	NS
PATHOL:Lsonore:Laccent	5.672	2	198.384	0.004

TABLEAU 36 *Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante VOT pour les consonnes occlusives correctes en position V-C.*

Nous observons l'effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité, l'effet principal de la sonorité étant également ($M=-47.11$, $SD=5.34$ vs $M=3.26$, $SD=5.30$, $p=.000$).

La représentation de l'interaction à la Figure 94 montre que, en ce qui concerne le contexte V-C, tous les groupes de sujets maintiennent l'écart entre les deux catégories de sons (sonores et sourdes) mais qu'il existe des différences entre les valeurs moyennes de ce paramètre parmi les groupes. L'examen de ces différences indique pourtant qu'aucun des contrastes n'est significatif au seuil fixé à 0.05. La différence de 35.35ms entre les valeurs du VOT dans le groupe Broca et le groupe contrôle pour la catégorie sonores (Broca : $M=-70.62$, $SD=8.95$ vs contrôle : $M=-35.28$, $SD=7.72$) montre une tendance à la signification ($p=.070$).

L'interaction est illustrée à la Figure 94.

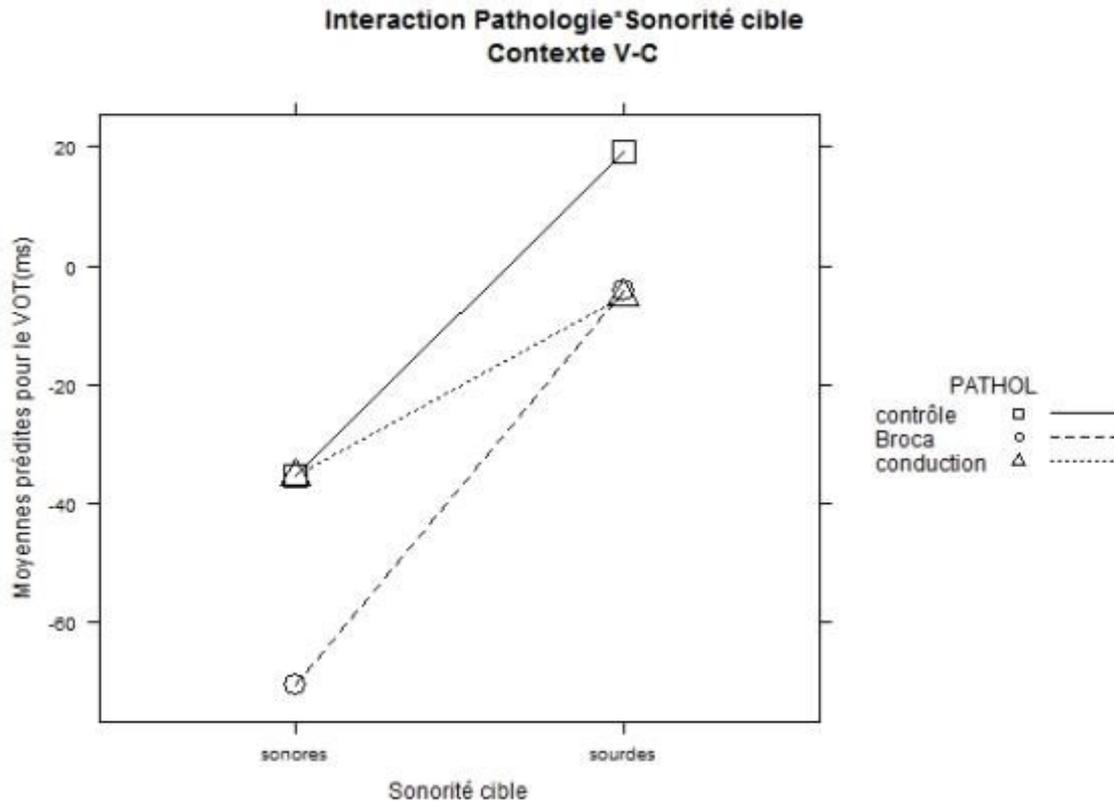


Figure 94. Effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible sur les moyennes des valeurs du VOT : les occlusives correctes en position V-C.

Pour examiner l'interaction entre la pathologie, la sonorité cible et l'accent, nous avons décidé de séparer les deux catégories de phonèmes en fonction de sonorité afin de les analyser séparément.

Ainsi, pour la **catégorie sourdes** (N=91) l'interaction entre la pathologie et l'accent n'est pas significative ($p > .05$). Cela indique que pour ce type de phonèmes, il n'y a pas de différences entre les groupes en fonction de l'accent.

Par contre, pour la **catégorie sonores** (N=135), l'interaction entre l'accent et la pathologie influence significativement les valeurs du VOT en contexte V-C ($F(2,119.18)=6.38, p=.002$). L'examen de l'interaction permet de mettre en évidence que les valeurs du VOT augmentent de 63.59ms en valeur absolue pour le groupe contrôle en position accentuée par rapport au groupe Broca dans le même contexte accentuel (M=-21.52, SD=13.48 vs M=-85.11, SD=16.17, $p=.028$) tandis que toutes les autres différences, y compris à l'intérieur de chaque groupe de sujet entre les syllabes accentuées et non-accentuées, ne sont pas significatives.

L'interaction est illustrée à la Figure 95.

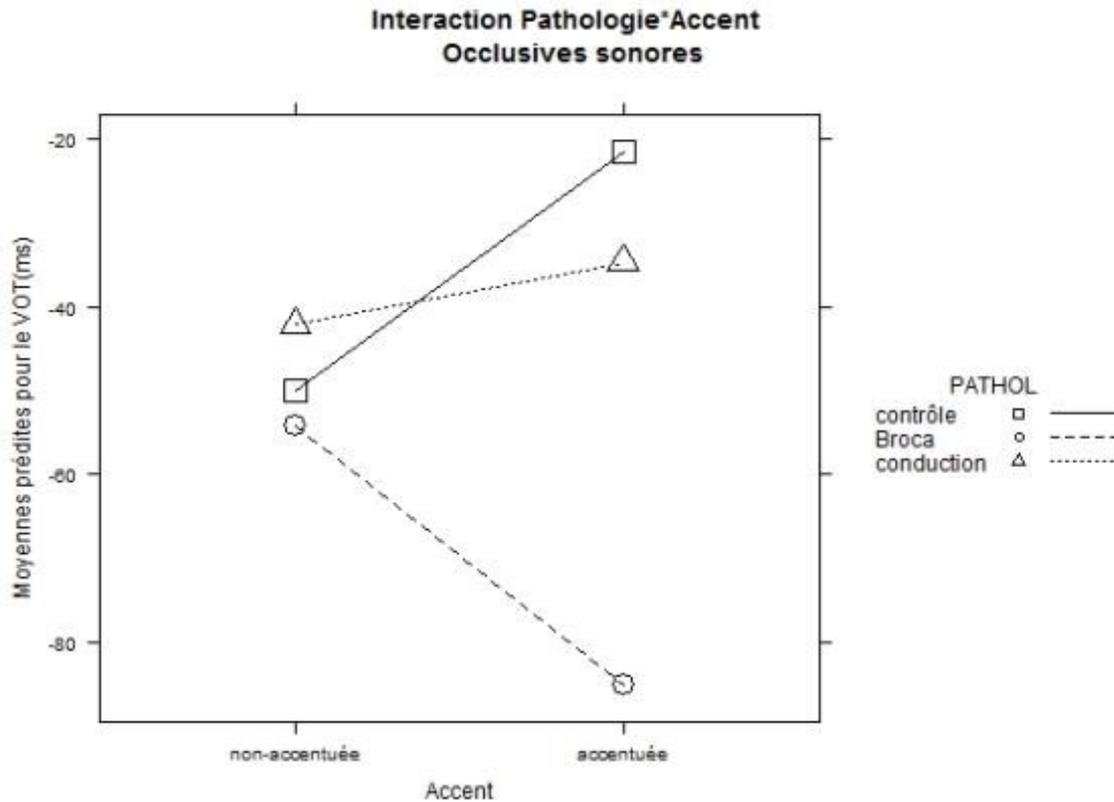


Figure 95. Effet de l'interaction entre la pathologie et l'accent sur les moyennes des valeurs du VOT : les occlusives sonores correctes en position V-C.

Synthèse intermédiaire

Le premier résultat des analyses rapportées ci-avant est sans doute banal : le VOT varie en fonction de la sonorité cible pour tous les contextes étudiés, indépendamment du groupe de sujets. Les valeurs du VOT prédites sont, comme attendu, négatives pour les occlusives sonores et positives pour les occlusives sourdes.

L'analyse de comment la sonorité affecte le VOT en fonction de la pathologie - c.à.d. de l'interaction entre la pathologie et la sonorité - apporte deux résultats plus intéressants : le premier, que les occlusives correctes produites par le groupe Broca sont significativement différentes en termes du VOT de celles produites par les sujets contrôle et Conduction, tandis que les deux derniers groupes ne se différencient pas en fonction de ce critère, et deuxièmement, que les différences entre le groupe Broca et deux autres se limitent aux occlusives sonores. Ce résultat indique que même pour les productions perçues correctement, l'articulation des occlusives sonores par le groupe Broca est sensiblement différente de celle des sujets qui ne présentent pas un trouble de programmation motrice (contrôle et Conduction). Ce résultat est valide pour le contexte initial, intersonorant et V-C (où la différence est presque significative), mais n'a pas été observé pour le contexte C-V.

Par ailleurs, nous nous sommes posé la question si le contexte accentuel, la fréquence (syllabique et lexicale) et la modalité, affectent les catégories de sonorité chez tous les groupes de sujets de la

même manière. Les résultats montrent une variabilité considérable en fonction du contexte, de la pathologie et de la catégorie du phonème qui échappent à la généralisation. Il semble pourtant, que les consonnes sonores sont plus vulnérables à l'effet de l'accent et la tâche. Si cet effet est observé, le VOT augmente pour les consonnes accentuées par rapport aux non-accentuées, et pour celles produites dans la tâche de lecture par rapport à la répétition.

Finalement, l'absence des effets de la fréquence syllabique est aussi parlante que le fait d'observer des effets significatifs. Effectivement, le VOT des occlusives correctes n'est pas affecté par la fréquence syllabique dans aucun contexte, pour aucune des catégories de sons, pour aucun des groupes de sujets. Ce résultat est pourtant à interpréter avec prudence car il est possible que le modèle multi-variables que nous construisons « cache » l'effet de fréquence syllabique sous les effets plus saillants de l'accent ou de la tâche.

Durée segmentale

Hypothèses et objectifs

L'objectif des analyses rapportées ci-après consiste à déterminer quels facteurs influencent la variation de la durée totale des consonnes occlusives perçues correctement par tous les groupes de sujets étudiés. En particulier, nous nous proposons de déterminer si les valeurs de ce paramètre varient significativement en fonction de la sonorité cible et si cette variation dépend du groupe (pathologie). Nous souhaitons également mettre en lumière des effets d'autres variables explicatives de l'étude telles que l'accent, la tâche et la fréquence (lexicale et syllabique) en fonction de l'interaction avec la sonorité et de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible.

Contrairement à la démarche adoptée pour les analyses du VOT, pour l'examen des effets sur la durée totale, nous avons considéré que les effets simples des variables de tâche, pathologie, accent et fréquence, indépendamment de la sonorité, apportent de l'information complémentaire et nous avons décidé de rapporter ces effets, s'ils sont observés.

La durée segmentale n'a pas pu être mesurée en contexte initial. Nous avons testé l'effet du contexte et de l'interaction entre la pathologie et le contexte sur les valeurs de la durée segmentale séparément pour les occlusives sonores et sourdes afin de déterminer si les analyses séparées par contexte étaient nécessaires. Pour cette fin, nous avons effectué un modèle mixte aux effets aléatoires pour sujet et item, en incluant le contexte phonique et l'interaction entre le contexte et la pathologie comme effets fixes et la durée totale comme variable dépendante. Les résultats mettent en évidence l'effet de l'interaction entre la pathologie et le contexte pour les consonnes sonores ($F(6,674.43)=4.57, p=.000$) et sourdes ($F(4,944.75)=5.79, p=.000$). Pour les sonores, il y a l'effet simple du contexte ($F(3,42.92)=11.54, p=.000$) tandis que pour les sourdes il n'y a pas d'effet principal du contexte ($p>.05$).

En fonction de ces objectifs nous avons formulé les questions de recherche suivantes, qui nous orienteront dans l'exploration des résultats :

- Est-ce que les valeurs de la durée segmentale pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que les valeurs de la durée segmentale pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction des autres variables explicatives de l'étude, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que les valeurs de la durée segmentale pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité et de la pathologie, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que les valeurs de la durée segmentale pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de l'accent, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que les valeurs de la durée segmentale pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de la fréquence lexicale, toutes autres variables confondues par ailleurs ?

- Est-ce que les valeurs de la durée segmentale pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de la fréquence syllabique, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que les valeurs de la durée segmentale pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de la tâche, toutes autres variables confondues par ailleurs ?

Le schéma du modèle pour les analyses du VOT dans les productions correctes est présenté à la Figure 96.

FIGURE

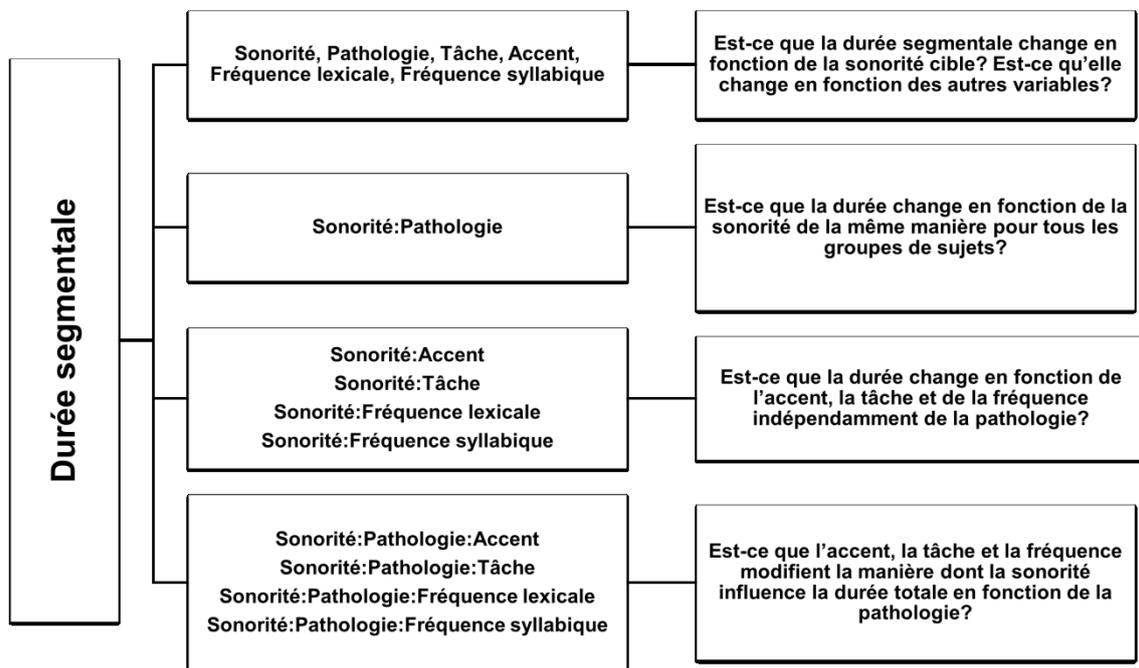


Figure 96. Schéma global du modèle mixte pour les analyses statistiques de la durée segmentale dans les productions correctes.

Contexte intersonorant

L'objectif des analyses rapportées ci-après est d'identifier les facteurs qui influencent la durée des occlusives intersonorantes. Le nombre d'observations qui participent à ces analyses est de 841.

Nous observons l'effet significatif de l'interaction triple entre la pathologie, la sonorité cible et la fréquence lexicale ($F(6, 781.33)=2.31, p=.032$), l'effet de l'interaction double entre la pathologie et la sonorité cible ($F(2, 781.84)=27.32, p=.000$), l'effet principal de la sonorité cible ($F(1,355.49)=32.97, p=.000$) et de la tâche ($F(1,16.56)=16.56, p=.000$). Les autres effets et interactions ne sont pas significatifs. Les résultats sont présentés dans le Tableau 37.

TABLEAU

Variable	<i>F</i>	NUM d.f.	DEN d.f.	<i>p</i> value
PATHOL	2.15	2	8.99	NS
Lsonore	355.49	1	32.97	0.000
Flex	0.42	3	32.76	NS
Tache	16.56	1	777.90	0.000
PATHOL:Lsonore	27.32	2	781.84	0.000
Lsonore:Flex	1.32	3	32.77	NS
PATHOL:Lsonore:Flex	2.31	6	781.33	0.032

TABLEAU 37 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante durée segmentale pour les consonnes occlusives correctes en position intersonorante.

L'analyse révèle l'effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible (cf. Figure 97). L'effet simple de la sonorité est significatif. Globalement, les consonnes sonores en position intersonorante sont moins longues que les sourdes ($M=56.97ms, SD=6.04ms$ vs $M=95.39ms, SD=5.99ms, p=.000$). Ce résultat corrobore les données existantes dans la littérature.

L'examen de l'interaction avec la pathologie confirme que les consonnes occlusives intersonorantes sourdes sont significativement plus longues que les consonnes occlusives intersonorantes sonores pour chaque groupe de sujets (contrôle : $M=105.17ms, SD=10.30ms$ vs $M=52.37ms, SD=10.36ms$, Broca : $M=109.20ms, SD=10.34ms$ vs $M=70.23ms, SD=10.44ms$, conduction : $M=71.80ms, SD=10.33ms$ vs $M=48.30ms, SD=10.30ms$). Les autres contrastes ne sont pas significatifs.

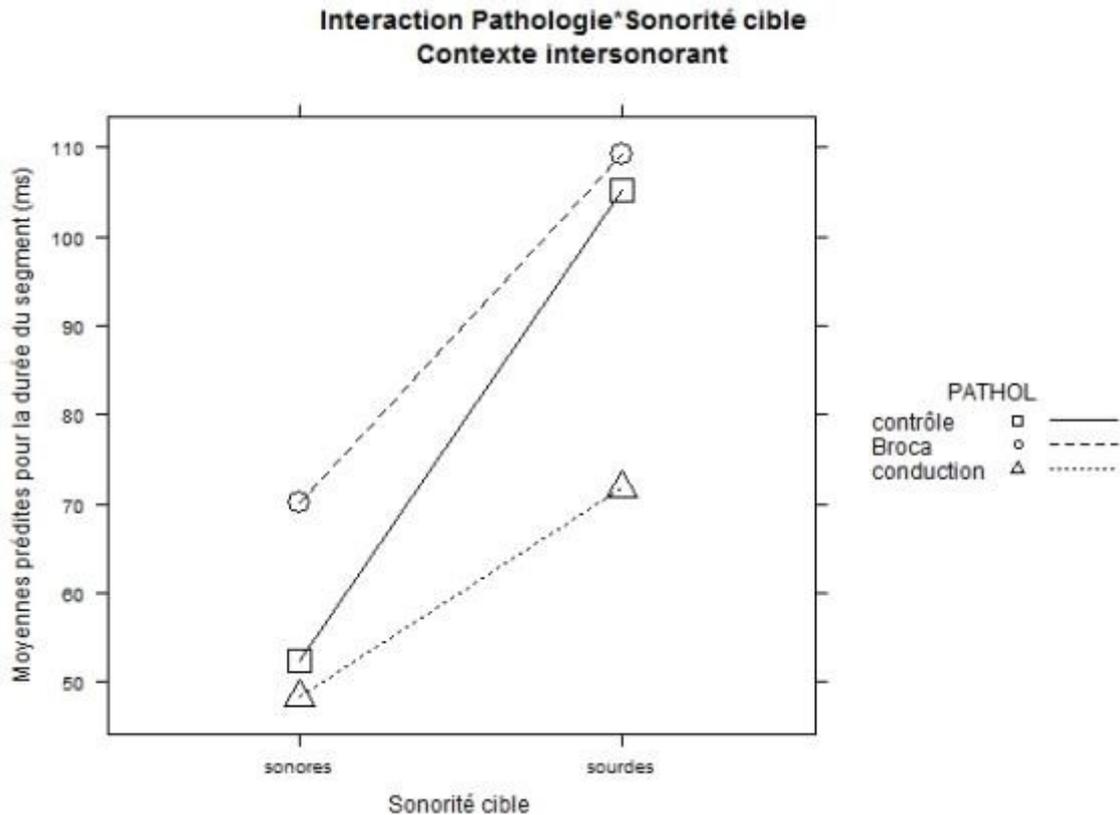


Figure 97. Effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible sur les moyennes des valeurs de la durée segmentale prédites : les occlusives sonores correctes en position intersonorante.

Nous observons par ailleurs une interaction triple significative entre la pathologie, la sonorité et la fréquence lexicale, la pathologie et la fréquence lexicale n'étant pas significatives en tant qu'effets simples. Comme nous avons observé l'effet principal de la sonorité, pour les analyses *post hoc* de l'interaction nous avons séparé les catégories de consonnes sonores et sourdes.

Ainsi, en ce qui concerne les consonnes **sourdes** (N=488), nous observons l'effet de l'interaction entre la pathologie et la fréquence lexicale ($F(6, 450.28)=2.68, p=.015$). La représentation de l'interaction (cf. Figure 98) suggère que globalement le groupe Conduction se caractérise par les durées segmentales moins longues par rapport aux groupes contrôle et Broca. Pourtant, l'examen des contrastes montre qu'aucune des différences n'est significative.

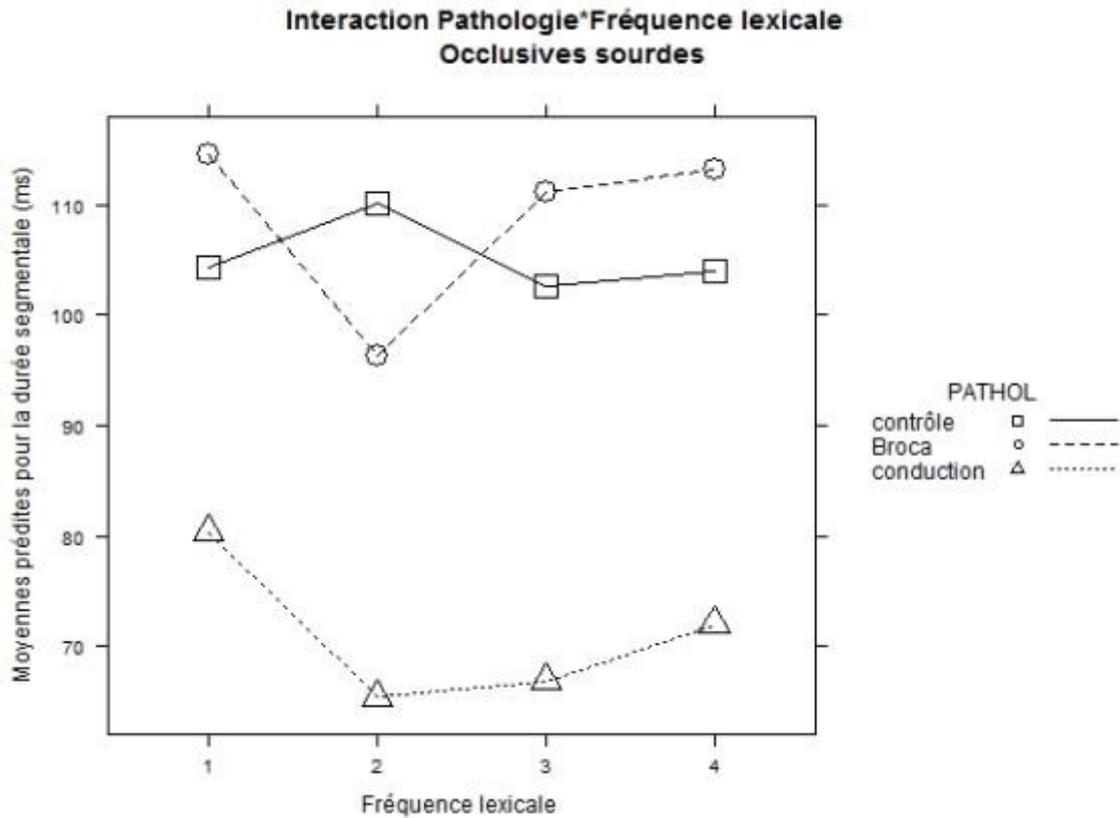


Figure 98. Effet de l'interaction entre la pathologie et la fréquence lexicale sur les moyennes des valeurs de la durée segmentale prédites : les occlusives sourdes en position intersonorante.

Concernant les **consonnes occlusives sonores**, (N=353), nous observons également l'effet de l'interaction entre la pathologie et la fréquence lexicale ($F(6, 320.05)=3.41, p=.003$). Afin de faciliter la comparaison avec le résultat précédent, l'interaction illustrée à la Figure 99 représente les deux catégories de phonèmes.

L'examen de cette interaction permet de mettre en évidence que le groupe Broca montre une tendance à distinguer, en termes des valeurs de la durée segmentale, entre les mots les moins fréquents et les mots à fréquence lexicale 2. Pour ce groupe, les consonnes occlusives dans des mots à fréquences lexicale 2 sont sensiblement moins longs que les mots les moins fréquents ($M=59.69, SD=6.96$ vs $M=76.00, SD=6.37, p=.073$). Les autres contrastes ne sont pas significatifs.

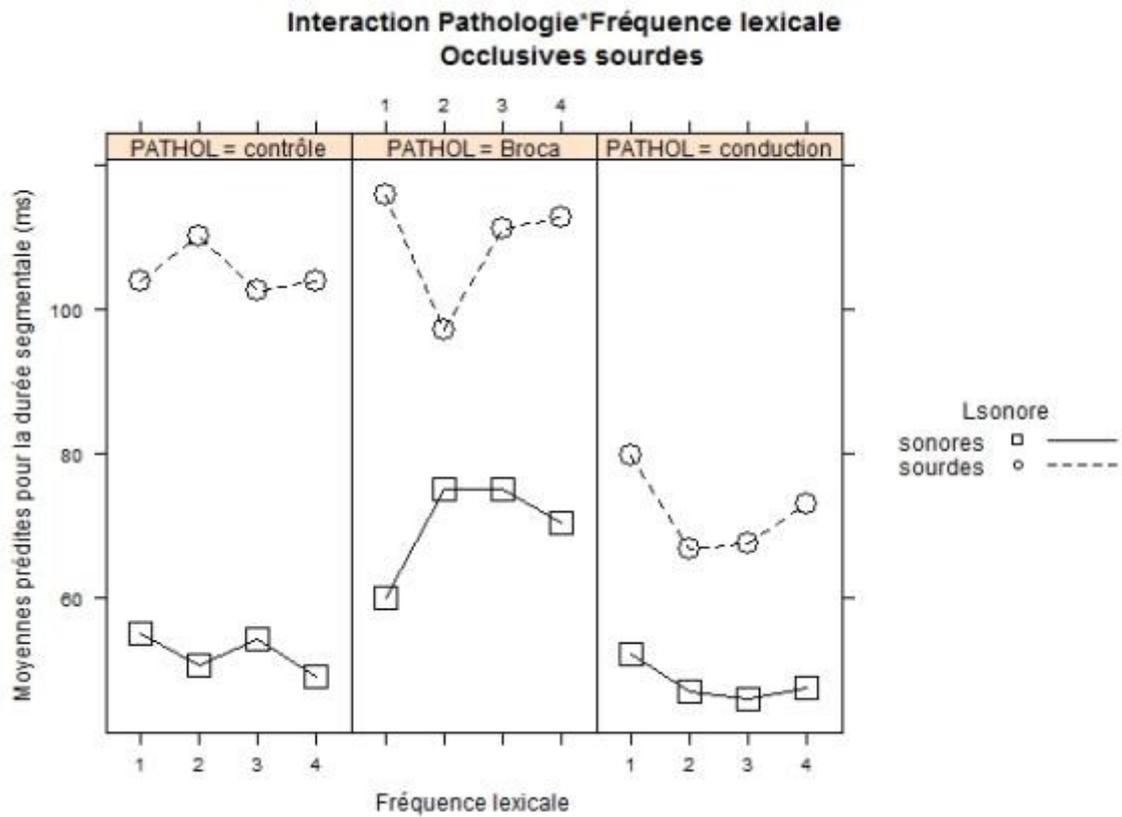


Figure 99. Effet de l'interaction entre la pathologie et la fréquence lexicale sur les moyennes des valeurs de la durée segmentale prédites : les occlusives sonores et sourdes en position intersonorante.

Finalement, nous observons l'effet principal de la tâche (cf. Figure 100). Globalement, les consonnes produites dans la tâche de lecture sont de 6.91ms plus longues que celles produites dans la tâche de répétition ($M=79.48ms$, $SD=5.99ms$ vs $M=72.89ms$, $SD=59.99ms$, $p=.000$).

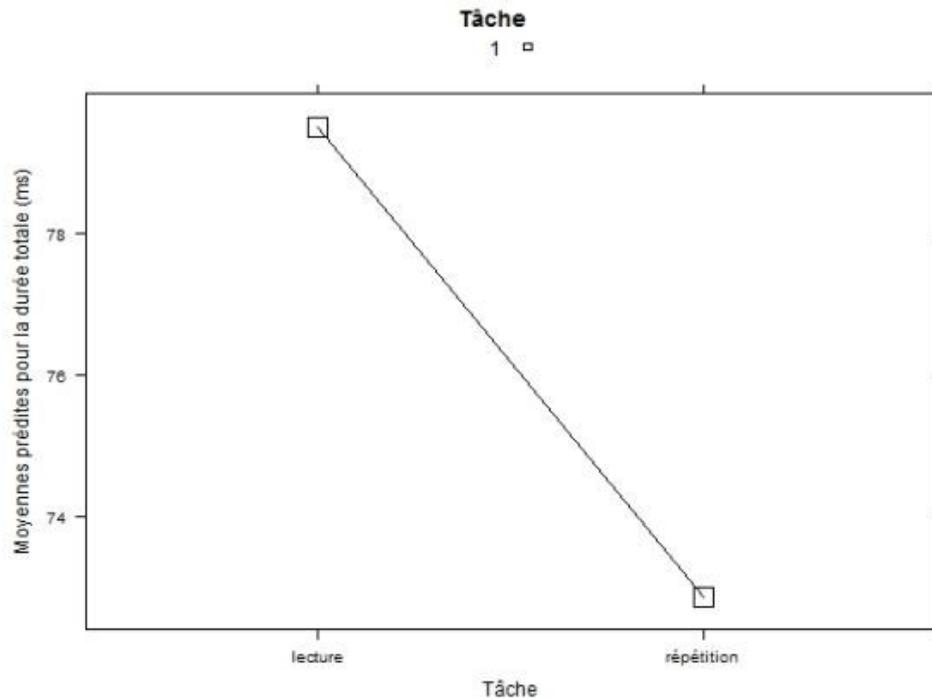


Figure 100. Effet de la tâche sur les moyennes des valeurs de la durée segmentale prédites : les occlusives sonores en position intersonorante.

Contexte C-V

Nous avons recensé 628 observations qui participent aux analyses de la durée totale du segment en contexte C-V.

Les analyses mettent en lumière un effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible ($F(2, 595.08)=10.075, p=.000$). L'effet principal la sonorité cible est également significatif ($F(1, 38.53)=41.416, p=.000$). La pathologie, par ailleurs n'a pas d'effet sur la durée segmentale en tant qu'effet principal. On observe en plus l'effet de la tâche sur les durée du segment, indépendamment de la pathologie et de la sonorité ($F(1, 585.56)=16.791, p=.000$). Ce résultat est présenté dans le Tableau 38.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
PATHOL	3.282	2	8.96	NS
Lsonore	41.416	1	38.53	0.000
Tache	16.791	1	585.56	0.000
PATHOL:Lsonore	10.075	2	595.08	0.000

TABLEAU 38 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante durée segmentale pour les consonnes occlusives correctes en position C-V.

Globalement, les occlusives sourdes en contexte C-V sont significativement plus longues que les sonores, dans le même contexte ($M=101.14\text{ms}$, $SD=5.78\text{ms}$ vs $M=79.39\text{ms}$, $SD=6.12\text{ms}$, $p=.000$).

Globalement, les occlusives produites dans la tâche de lecture sont de 10.03ms plus longues que celles produites dans la tâche de répétition ($M=95.28\text{ms}$, $SD=5.84\text{ms}$ vs $M=85.25\text{ms}$, $SD=5.83\text{ms}$, $p=.000$). Ces résultats sont illustrés dans la Figure 101.

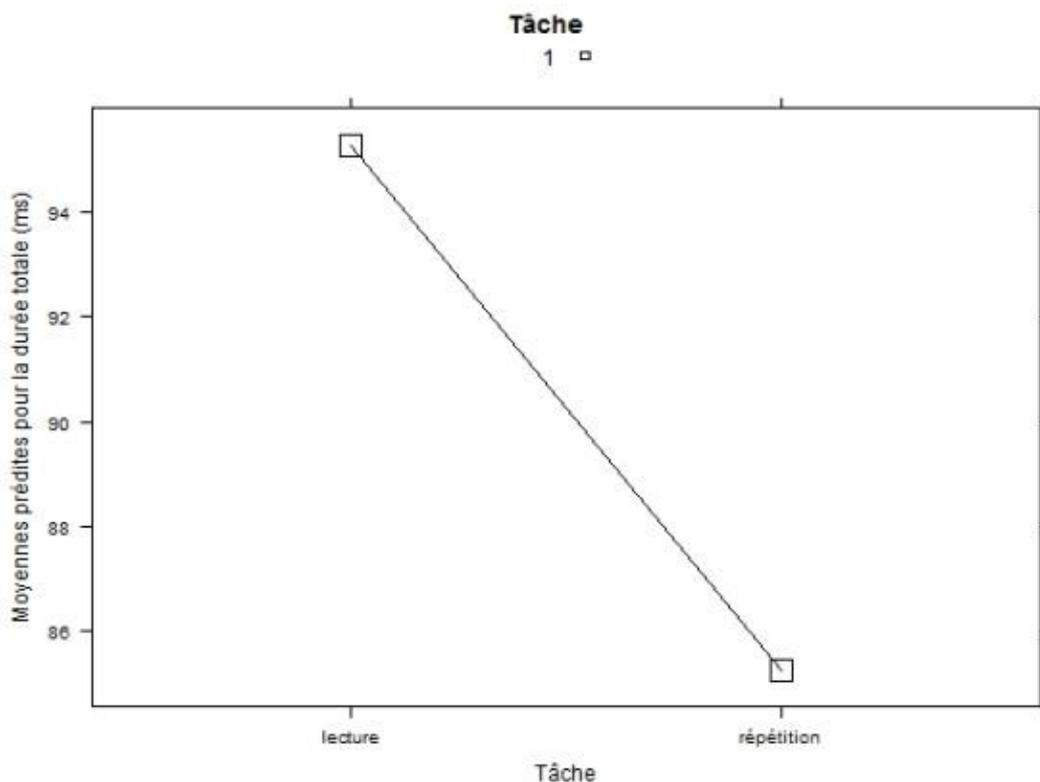


Figure 101. Effet de la tâche sur les moyennes des valeurs de la durée segmentale prédites : les occlusives sonores en position C-V.

L'examen de l'interaction entre la pathologie et la sonorité, illustrée à la Figure 102, permet de voir que les valeurs de la durée segmentales sont significativement plus longues pour les consonnes sourdes par rapport aux consonnes sonores pour le groupe contrôle ($M=98.90\text{ms}$, $SD=9.79\text{ms}$ vs $M=62.44\text{ms}$, $SD=10.09\text{ms}$, $p=.000$) et pour le groupe Broca ($M=120.41\text{ms}$, $SD=9.90\text{ms}$ vs $M=101.06\text{ms}$, $SD=9.90\text{ms}$, $p=.014$) mais non pas pour le groupe conduction ($M=84.13\text{ms}$, $SD=9.91\text{ms}$ vs $M=74.66\text{ms}$, $SD=10.32\text{ms}$, $p=.433$).

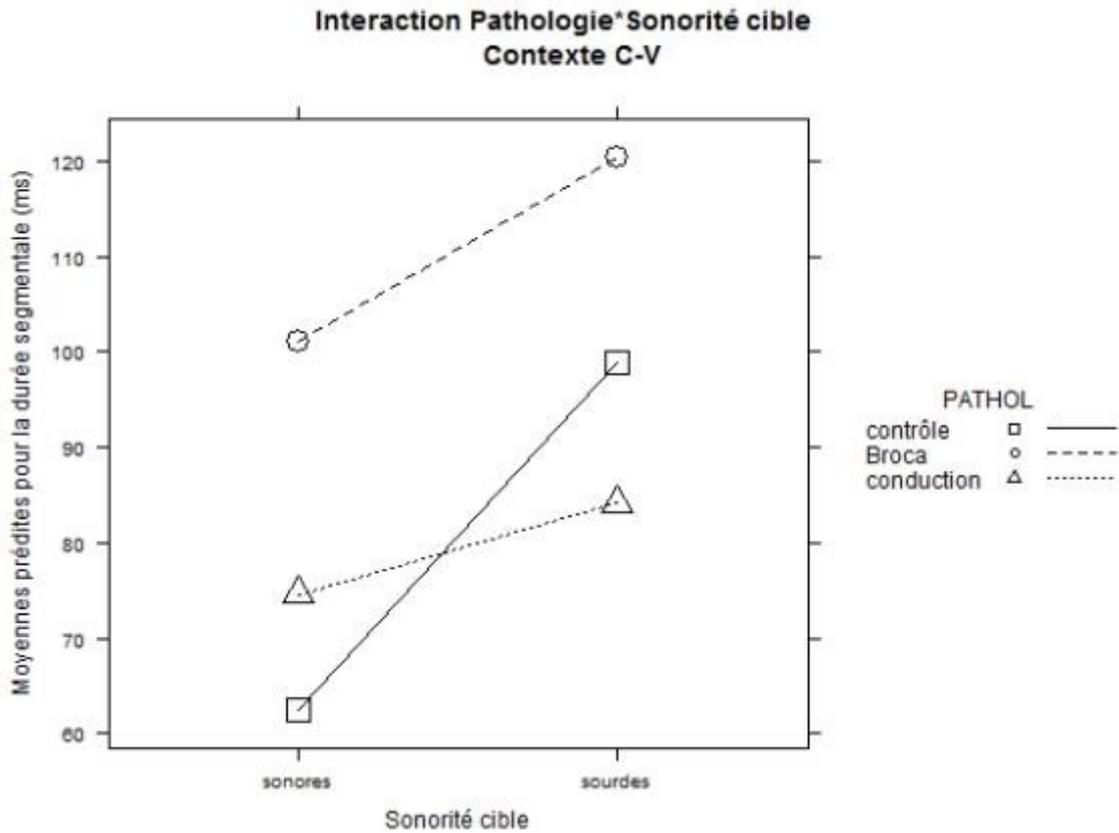


Figure 102. Effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible sur les moyennes des valeurs de la durée segmentale prédites : les occlusives sonores en position C-V.

Contexte V-C

Le nombre d'observations retenues pour les présentes analyses est de 214.

Etant donné que certains niveaux de la variable de fréquence syllabique ne sont pas observés dans ce contexte, nous avons exclu cette variable de la liste des prédicteurs.

Les analyses (cf. Tableau 39) révèlent qu'en ce qui concerne le contexte V-C, nous observons un effet significatif de la sonorité ($F(1, 17.606)=24.68, p=.000$) et que toutes les autres variables ne sont pas significatives.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
Lsonore	24.68	1	17.606	0.000

TABLEAU 39 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante durée segmentale pour les consonnes occlusives correctes en position V-C.

Les consonnes sourdes sont significativement plus longues que les consonnes sonores ($M=104.85\text{ms}$, $SD=5.60\text{ms}$ vs $M=73.69\text{ms}$, $SD=5.04\text{ms}$, $p=.000$), indépendamment de la pathologie (cf. Figure 103).

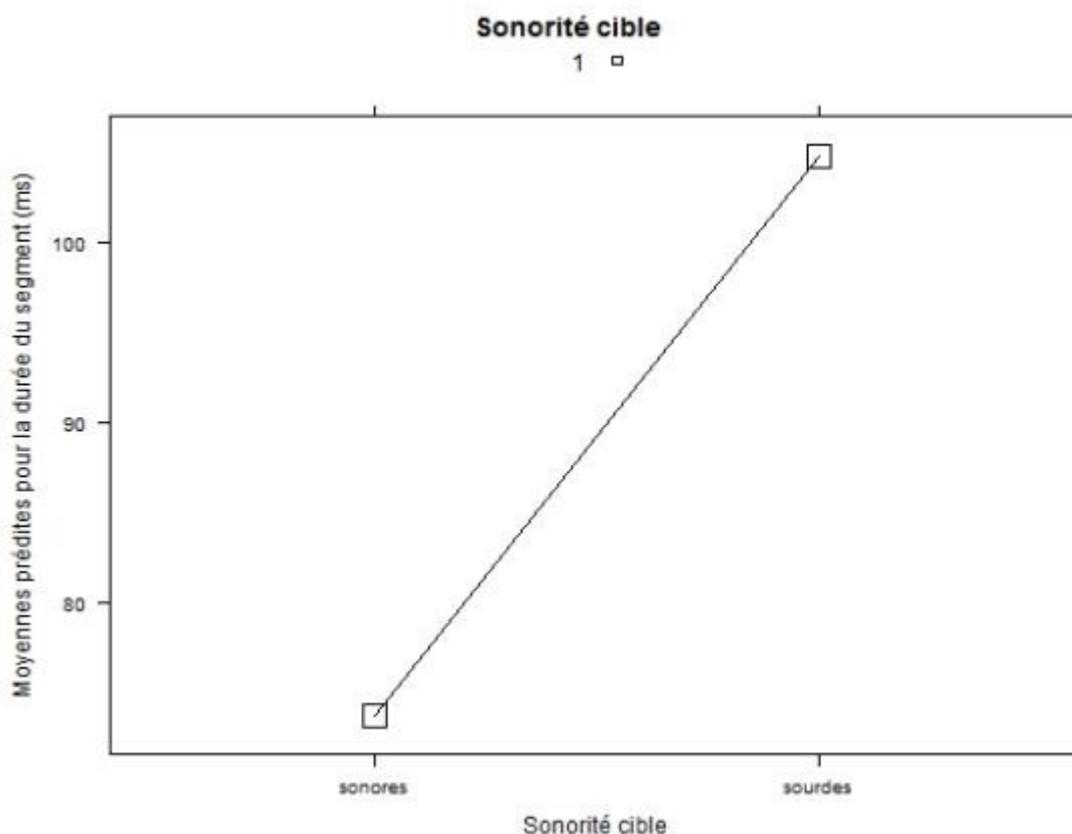


Figure 103. Effet de la sonorité cible sur les moyennes des valeurs de la durée segmentale prédites : les occlusives sonores en position V-C.

Synthèse intermédiaire

Nous observons en premier lieu que les valeurs de la durée segmentale changent en fonction de la sonorité cible, les consonnes occlusives sourdes étant plus longues que les consonnes sonores dans tous les contextes étudiés. Cela est vrai pour tous les groupes de sujets. Ce résultat corrobore celui d'un nombre des études existantes qui postulent que la durée segmentale est un indice important pour distinguer les sourdes et sonores en espagnol.

En ce qui concerne les autres facteurs qui affectent la durée totale du segment, nous observons que les occlusives sont généralement plus longues dans la tâche de lecture qu'en répétition, indépendamment de la sonorité ou de la pathologie. La fréquence syllabique et lexicale n'a pas d'effet sur la durée du segment à l'exception des consonnes sonores produites par le groupe Broca en contexte intersonorant où les consonnes produites dans les mots les moins fréquents semblent moins longues que celles produites dans les mots plus fréquents (le contraste significatif se trouvant entre les mots à fréquence lexicale 1 et 2). Finalement, l'accent n'influence pas la durée totale des segments produits correctement.

Nombre de barres d'explosion

Hypothèses et objectifs

Le but des analyses rapportées ci-après est de déterminer quels facteurs influencent le nombre des barres d'explosion. En particulier, nous nous proposons de déterminer si les valeurs de ce paramètre varient significativement en fonction de la sonorité cible et si cette variation dépend du groupe (facteur pathologie). Nous souhaitons également mettre en lumière des effets d'autres variables explicatives de l'étude telles que l'accent, la tâche et la fréquence (lexicale et syllabique) en fonction de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible. Dans ces analyses nous ne nous sommes pas intéressé aux effets principaux des variables de l'accent, la tâche et de fréquence (lexicale et syllabique) sur la variable dépendante.

Rappelons que dans certain contextes les consonnes occlusives sonores sont articulées comme approximantes. Dans ce type d'articulation, l'écart entre les articulateurs est plus grand en comparaison avec l'articulation des consonnes à occlusion complète, caractérisées par une fermeture du conduit vocal à un point concret. Cela se traduit sur le plan acoustique par l'absence de barres d'explosion dans le spectrogramme des approximantes, et la présence du bruit fricatif pendant la tenue consonantique.

Nous nous attendons à ce que globalement, les consonnes sourdes présenteront les valeurs supérieures de ce paramètre par rapport aux consonnes sonores pour tous les groupes de sujets. Etant donné le déficit dans les groupes aphasiques (Broca et Conduction), nous nous attendons à ce que ce déficit se manifesterait également en production correcte. La difficulté générale se traduira sur le plan phonique par un surplus de tension, il sera donc possible d'observer les différences entre les groupes aphasiques et le groupe contrôle, qui iront dans le sens des valeurs supérieures du nombre de barres d'explosion pour les patients aphasiques.

Par ailleurs, les contextes plus saillants, par exemple, la syllabe accentuée ou la position initiale, affecteront les valeurs du paramètre dans le sens d'excès de tension par rapport aux contextes moins saillant. Nous nous attendons à que cette tendance sera indépendante de la pathologie, elle pourrait néanmoins être plus marquée pour les patients aphasiques.

Finalement, en ce concerne la fréquence, nous nous attendons à observer un effet de fréquence syllabique. Si les sujets accèdent aux programmes articulatoires des syllabes fréquentes et génèrent en ligne les syllabes non fréquentes, nous devons pouvoir observer des différences entre les syllabes fréquentes et non fréquentes, ces différences étant plus marquées pour le groupe Broca par rapport aux deux autres groupes de sujets (contrôle et Conduction). La fréquence lexicale, par ailleurs, ne devra pas avoir d'influence sur les valeurs des barres d'explosion.

Afin de déterminer l'effet du contexte sur les valeurs du paramètre étudié nous avons, pareil que pour les autres paramètres, effectué un modèle mixte de régression linéaire séparément pour les consonnes sonores et les sourdes.

Nous avons trouvé un effet significatif de l'interaction entre le contexte et la pathologie tant pour les consonnes sonores ($F(6,1262.91)=3.11, p=.000$) comme pour les sourdes ($F(6,2068.72)=4.52, p=.000$). Nous avons observé également l'effet simple du contexte dans les deux groupes : pour les

sourdes $F(3, 107.89)=6.15$, $p=.000$ et pour les sonores $F(3,84.29)=11.98$, $p=.000$. Les analyses rapportées ci-après seront donc effectuées pour chaque contexte séparément.

Rappelons finalement les questions de recherche, formulées en fonction de nos objectifs :

- Est-ce que le nombre de barres d'explosion pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que le nombre de barres d'explosion pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité et de la pathologie, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que le nombre de barres d'explosion pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de l'accent, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que le nombre de barres d'explosion pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de la fréquence lexicale, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que le nombre de barres d'explosion pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de la fréquence syllabique, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que le nombre de barres d'explosion pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de la tâche, toutes autres variables confondues par ailleurs ?

Le schéma général des analyses est présenté à la Figure 104.

FIGURE

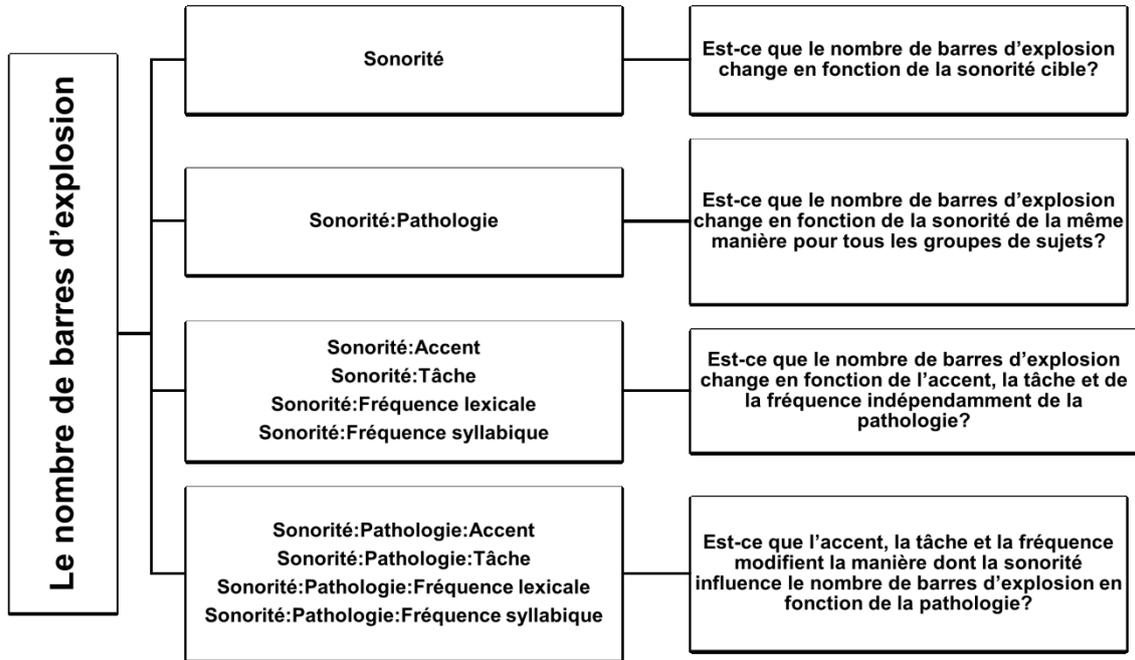


Figure 104. Schéma global du modèle mixte pour les analyses statistiques du nombre de barres d'explosion dans les productions correctes.

Contexte initial

Le nombre d'observations qui participent aux présentes analyses est de 1751.

Les analyses des facteurs qui influencent le nombre de barres d'explosion en contexte initiale, révèlent un effet significatif de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible ($F(1,1662.83)=12.65$, $p=.000$), l'effet simple de la sonorité étant significatif ($F(1,104.83)=39.34$, $p=.000$) et la pathologie n'ayant pas d'effet significatif en tant qu'effet simple. Les résultats du modèle final sont donnés dans le Tableau 40.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
PATHOL	1.849	2	8.68	NS
Lsonore	39.341	1	104.83	0.000
PATHOL:Lsonore	12.655	2	1662.83	0.000

TABLEAU 40 *Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante nombre de barres d'explosion pour les consonnes occlusives correctes en position initiale.*

Globalement, les occlusives sourdes présentent davantage de barres d'explosion par rapport aux sonores ($M=2.4$, $SD=0.10$ vs $M=1.63$, $SD=0.11$, $p=.000$), comme correspond à ce type de son. Ce résultat indique qu'à côté du VOT et de la durée segmentale, le nombre d'explosion constitue un prédicteur de la sonorité des consonnes occlusives. Ce résultat trouve une interprétation intéressante dans le cadre des théories qui postulent la tension comme étant un facteur distinctif pour différencier les occlusives sourdes des sonores en espagnol (cf. chapitre 2).

Contrairement à nos hypothèses, les différences en termes du nombre d'explosion ne sont pas significatives en fonction de la pathologie. L'examen de l'interaction met en évidence que le nombre de barres est supérieur dans la catégorie sonores par rapport à la catégorie sourdes dans tous les groupes de sujets (contrôle, $M=2.24$, $SD=0.14$ vs $M=1.74$, $SD=0.15$, $p=.004$, Broca : $M=2.46$, $SD=0.15$ vs $M=1.27$, $SD=0.18$, $p=.000$ Conduction : $M=2.55$, $SD=0.15$ vs $M=1.87$, $SD=0.18$, $p=.000$). Les autres contrastes ne sont pas significatifs. La différence entre les consonnes sonores produites par le groupe Broca et le groupe Conduction montre une tendance à la signification sans pourtant l'atteindre ($p=.090$). Cette tendance ne va pas pourtant dans le sens de notre hypothèse. En effet, notre hypothèse prédisait que les différences entre le groupe contrôle et les groupes aphasiques seront observables pour les deux catégories de phonèmes (sourds et sonores), mais les observations ne la corroborent pas.

L'interaction est illustrée à la Figure 105.

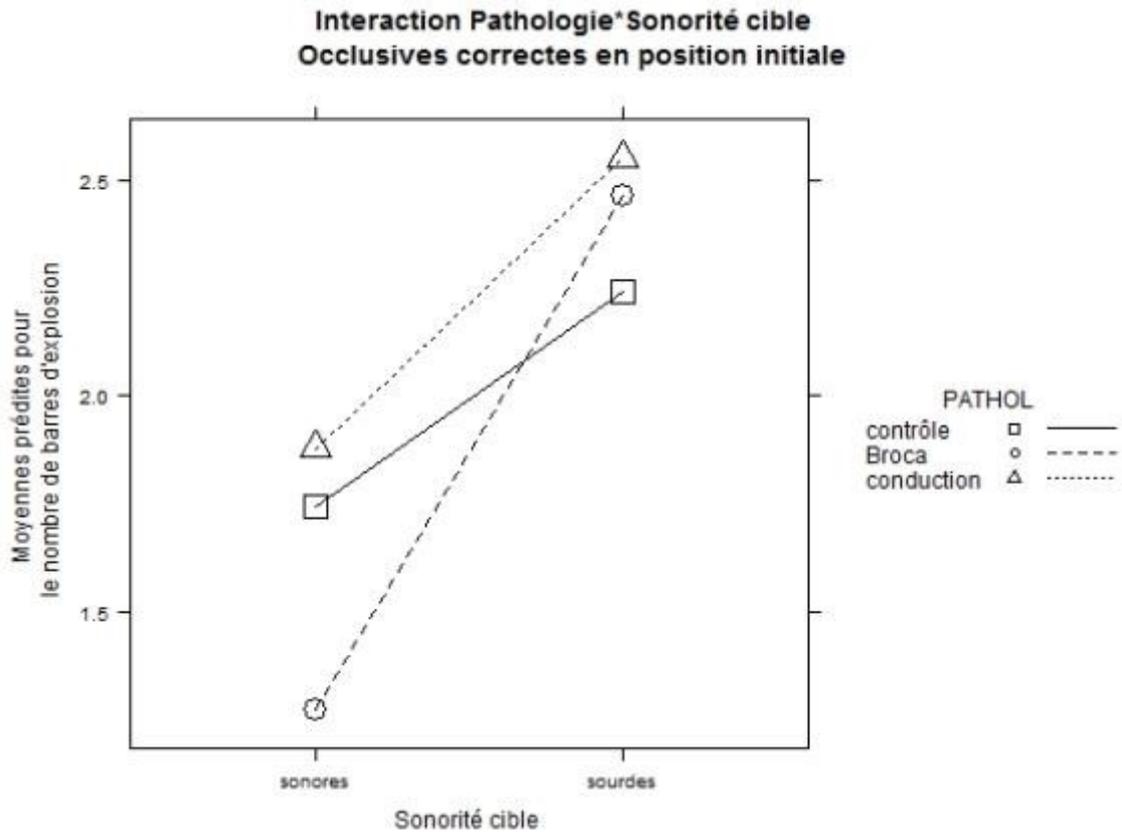


Figure 105. Effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible sur la valeur moyenne du nombre de barre d'explosion prédit : les occlusives correctes en position initiale.

Contexte intersonorant

Le nombre d'observations qui participent aux analyses rapportées ci-après est de 850.

Nous observons un effet significatif de l'interaction entre la pathologie, la sonorité cible et la fréquence syllabique ($F(6,785.73)=2.19$, $p=.042$). Nous observons également un effet significatif de la sonorité cible ($F(1,33.30)=138.24$, $p=.000$) tandis que l'effet de la fréquence syllabique n'est pas significatif en tant qu'effet simple. Les autres effets et interactions ne sont pas significatifs. Les résultats du modèle final sont synthétisés dans le Tableau 41.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
PATHOL	0.789	2	10.37	NS
Fsyll	0.11	3	33.32	NS
Lsonore	138.240	1	33.30	0.000
PATHOL:Lsonore	2.218	2	785.72	NS
PATHOL:Lsonore:Fsyll	2.191	6	785.73	0.042

TABLEAU 41 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante nombre de barres d'explosion pour les consonnes occlusives correctes en position intersonorante.

On observe que globalement, le nombre de barres augmente de 2.12 barres pour la catégorie sourdes par rapport aux consonnes sonores, indépendamment de la pathologie ($M=2.26$, $SD=0.12$ vs $M=0.14$, $SD=0.15$, $p=.000$). Ce résultat invite le même commentaire que pour le contexte initial (cf. *supra*).

Etant donné que nous observons l'effet simple de sonorité, pour les analyses *post hoc* de l'interaction entre la pathologie, la sonorité et la fréquence syllabique, nous avons séparé les analyses en fonction de la catégorie du phonème (sourdes et sonores).

Ainsi, pour les **sourdes** ($N=497$), l'interaction entre la pathologie et la fréquence syllabique n'est pas significative mais montre une tendance à la signification ($p=.062$). L'examen des contrastes indique cependant qu'aucune différence entre les niveaux de la variable de fréquence n'est significative.

Pour les **sonores** ($N=353$), l'interaction entre la pathologie et la fréquence syllabique n'est pas significative non plus ($p=.390$).

L'examen *post hoc* ne permet donc pas conclure que la fréquence syllabique influence significativement le nombre d'explosions en fonction de la sonorité et de la pathologie.

L'interaction est illustrée à la Figure 106.

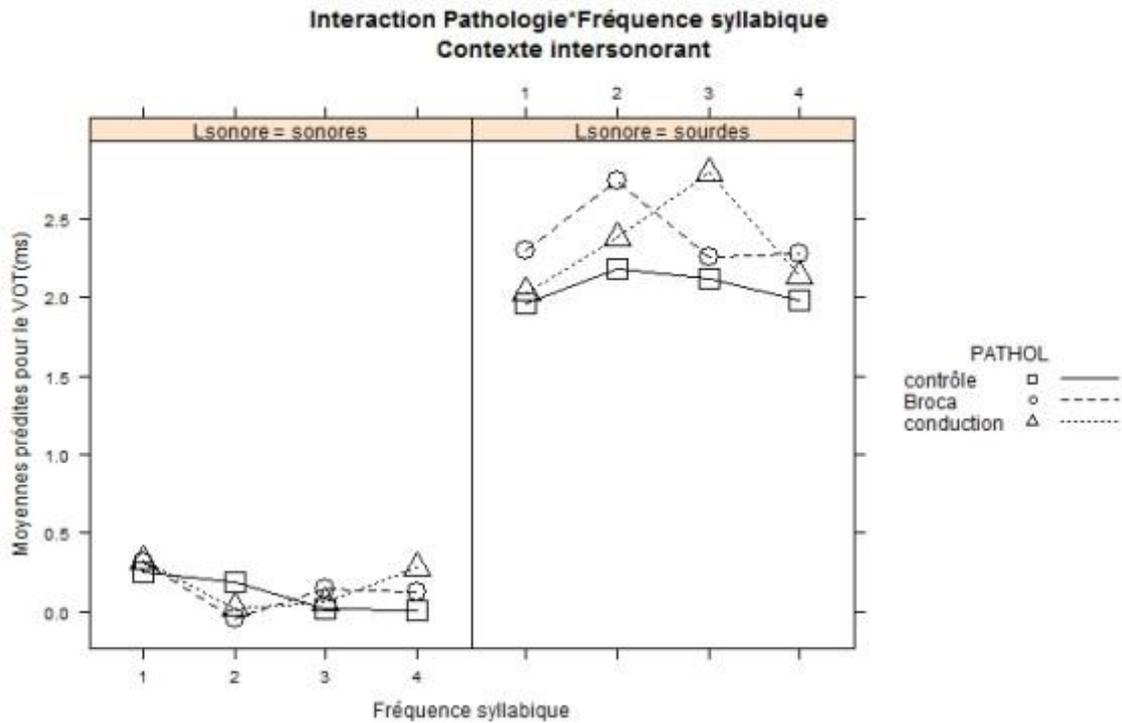


Figure 106. Effet de l'interaction entre la pathologie et la fréquence syllabique sur la valeur moyenne du nombre de barre d'explosion prédit : les occlusives correctes en position intersonorant.

Contexte C-V

Le nombre d'observations qui participent aux analyses rapportées ci-après est de 677.

Les analyses des facteurs affectant le nombre de barres d'explosion mettent en lumière un effet significatif de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible ($F(2,637.87)=3.44, p=.033$). L'effet simple de la sonorité est significatif tandis que l'effet de la pathologie n'est pas significatif en tant qu'effet simple. Les autres effets et interactions ne sont pas significatifs. Les résultats du modèle final sont donnés dans le Tableau 42.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
PATHOL	1.109	2	9.44	NS
Lsonore	60.749	1	35.82	0.000
PATHOL:Lsonore	3.441	2	637.87	0.033

TABLEAU 42 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante nombre de barres d'explosion pour les consonnes occlusives correctes en position C-V.

Pareil que pour les contextes initial et intersonorant, on observe que globalement, le nombre de barres augmente de 1.76 pour les sourdes par rapport aux sonores ($M=2.41, SD=0.16$ vs $M=.0.65, SD=0.21, p=.000$).

L'examen de l'interaction met en évidence que cet effet n'est pas influencé par la pathologie. Le nombre de barres augmente pour les consonnes sourdes par rapport aux sonores pour tous les groupes de sujets (contrôle : M=2.16, SD =0.23 vs M=0.52, SD=0.26, Broca : M=2.57, SD=0.23 vs M=0.46, SD=0.29m conduction : M=2.51, SD=0.23 vs M=0.97, SD=.0.27, p=. 000 dans tous les cas). Les contrastes entre les groupes en fonction de la sonorité, pertinents pour cette étude, ne sont pas significatifs.

L'interaction est illustrée à la Figure 107.

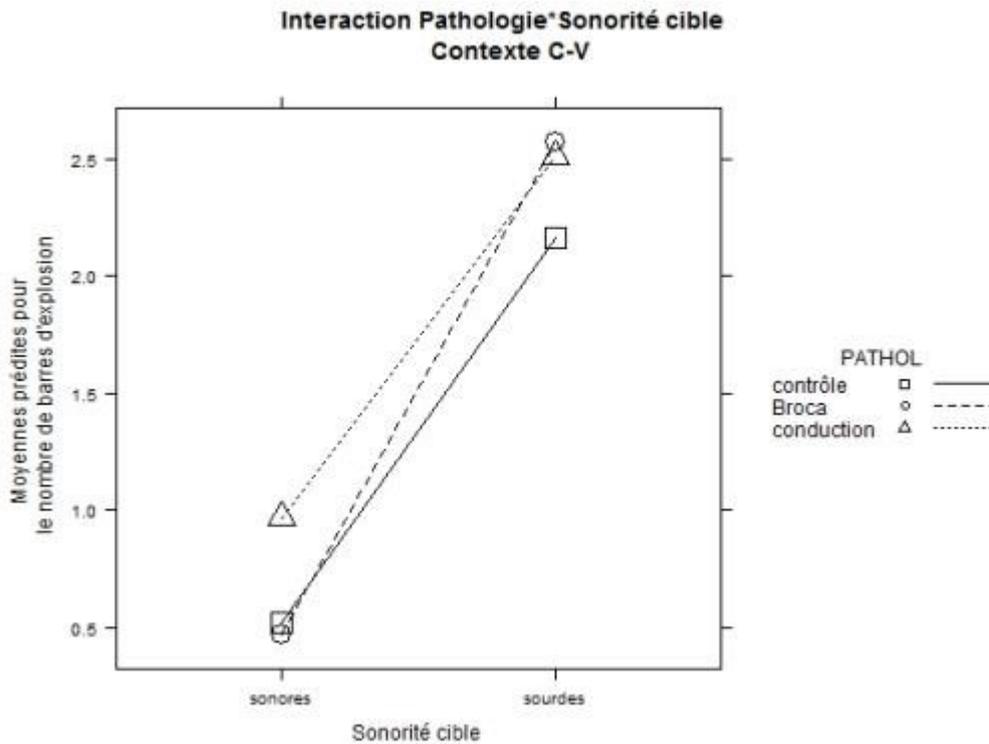


Figure 107 Effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible sur la valeur moyenne du nombre de barre d'explosion prédit : les occlusives correctes sourdes en position C-V.

Contexte V-C

Le nombre d'observations qui participent aux analyses rapportées ci-après est de 270.

Les analyses montrent un seul effet significatif de la sonorité cible ($F(1,16.42)=59.21, p=.000$) (cf. Tableau 43). Les autres effets et interactions ne sont pas significatifs.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
Lsonore	59.21	1	16.424	0.000

TABLEAU 43 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante nombre de barres d'explosion pour les consonnes occlusives correctes en position V-C.

En ce qui concerne le contexte V-C, le nombre de barres augmente de 1.76 barre pour les consonnes sourdes par rapport aux consonnes sonores, indépendamment de la pathologie, de manière très significative ($M=2.41$, $SD=0.17$ vs $M=0.65$, $SD=0.21$, $p=.000$). Ce résultat est indépendant du groupe. Il est illustré dans la Figure 108.

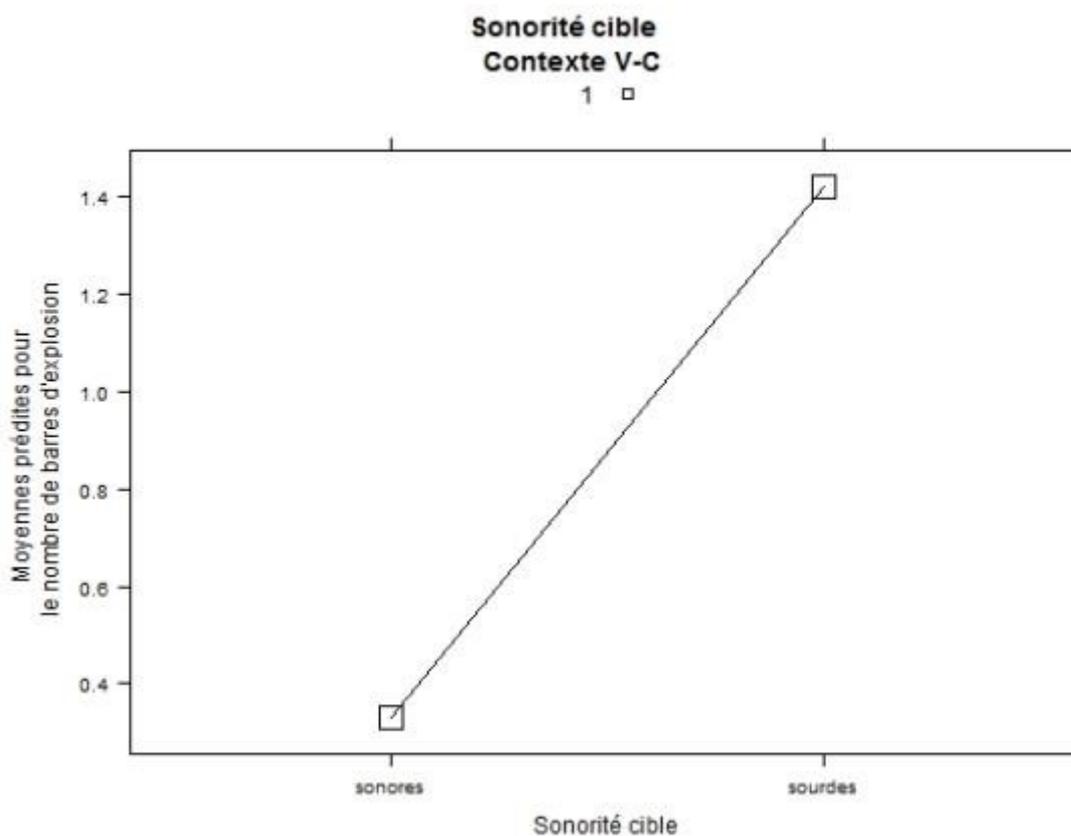


Figure 108. Effet de la sonorité cible sur la valeur moyenne du nombre de barre d'explosion prédit : les occlusives correctes en position V-C.

Synthèse intermédiaire

Tous d'abord, nos analyses confirment que le nombre de barre d'explosion peut constituer un prédicteur important du voisement. En effet, nous avons observé que la sonorité affecte significativement les valeurs de ce paramètre à travers de tous les contextes, indépendamment du groupe.

Contrairement à nos hypothèses concernant l'excès de tension dans le groupe aphasique, les analyses ne semblent pas la confirmer, au moins en ce qui concerne la production correcte. Nous n'avons pas observé non plus d'effet d'autres variables de l'étude sur le nombre des explosions.

Durée de barres d'explosion

Hypothèses et objectifs

L'objectif des analyses rapportées ci-après consiste à déterminer quels facteurs influencent les valeurs de la durée des explosions pour les occlusives correctes. Nous cherchons à déterminer en particulier l'effet de la sonorité cible en avançant l'hypothèse générale que les consonnes sourdes se caractériseront par les durée des explosions plus longues que les consonnes sonores. Nous nous attendons en plus que même en production correcte, il sera possible d'observer des différences entre les sujets contrôle, dont la production sera globalement moins tendue, et les groupes aphasiques, dont la parole sera plus tendue. Nous souhaitons par ailleurs déterminer quels autres facteurs parmi la tâche, l'accent et la fréquence (syllabique et lexicale) prédisent les valeurs du paramètre étudié. Pareil que pour les analyses du nombre de barres d'explosion, nous ne nous intéressons pas aux effets principaux des variables de l'accent, de la tâche et de fréquences sur les valeurs du paramètre étudié.

Les analyses de la durée de barres d'explosion sont complémentaires aux analyses du nombre de barres d'explosion. Il convient de rappeler la manière dont nous avons mesuré ce paramètre pour voir quelle information offre le fait de contraster le nombre de barres d'explosion et leur durée totale. La durée des explosions dépend des deux facteurs : du nombre de barres et de la durée de l'intervalle entre les barres. Ainsi, le nombre de barres étant constant, la durée de barres peut varier en fonction de l'intervalle entre les explosions.

Nous avons d'abord effectué un modèle mixte à effets aléatoires (pour sujets et items) pour voir si le contexte influence significativement les valeurs de la durée des explosions.

Nous avons observé l'effet de l'interaction entre la pathologie et le contexte phonique pour la catégorie **sourdes** ($F(6,2072.56)=7.54, p=.000$) mais *non pas* pour la catégorie **sonores** ($p=.135$).

Nous avons observé ou outre, pour la catégorie sourdes, l'effet simple significatif du contexte ($F(3,107.64)=3.70, p=.014$). Pour la catégorie sonores, il y a l'effet principal du contexte phonique $F(3,82.92)=54.67, p=.000$.

Rappelons finalement les questions de recherche, formulées en fonction de nos objectifs :

- Est-ce que la durée des explosions pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que la durée des explosions pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité et de la pathologie, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que la durée des explosions pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de l'accent, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que la durée des explosions pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de la fréquence lexicale, toutes autres variables confondues par ailleurs ?

- Est-ce que la durée des explosions pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de la fréquence syllabique, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que la durée des explosions pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de la tâche, toutes autres variables confondues par ailleurs ?

Le schéma général des analyses est présenté à la Figure 109.

FIGURE

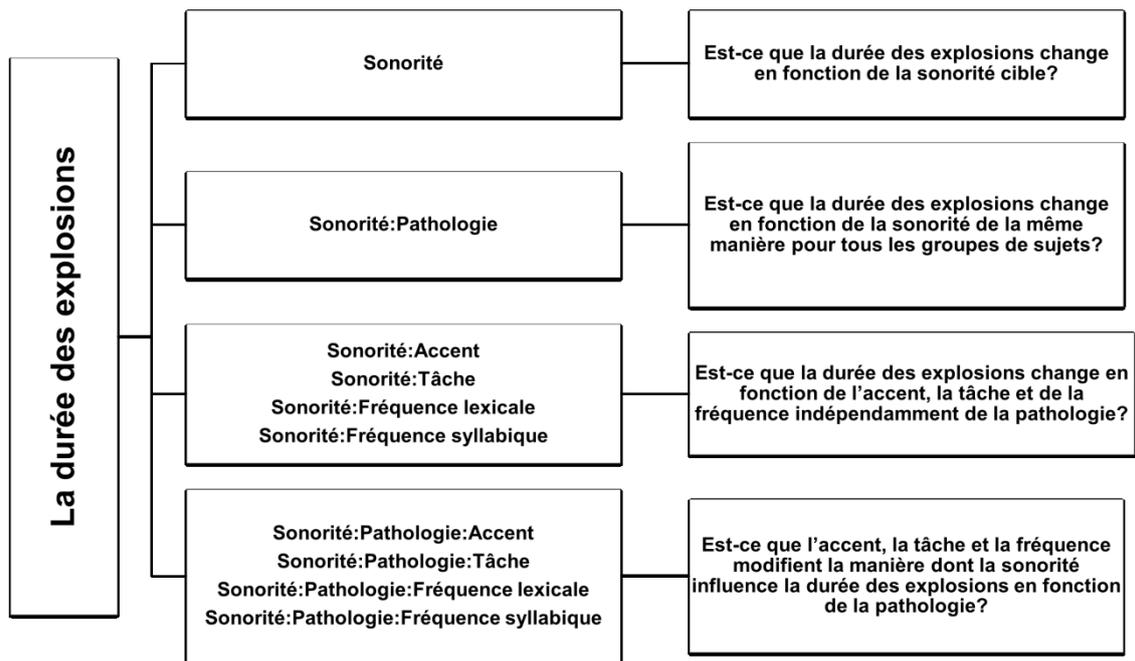


Figure 109. Schéma global du modèle mixte pour les analyses statistiques de la durée des explosions dans les productions correctes.

Contexte initial

Le nombre d'observations qui participent aux analyses rapportées ci-après est de 1754.

Les analyses montrent un effet significatif de l'interaction entre la pathologie et la sonorité ($F(2,1665.80)=104.79$, $p=.000$) ainsi que l'effet principal de la sonorité ($F(1,104.85)=94.94$, $p=.003$). La pathologie n'est pas significative en tant qu'effet principal. Les autres variables n'ont pas d'effet significatif sur la durée des explosions, pour le contexte initial. Les résultats du modèle final sont donnés dans le Tableau 44.

TABLEAU

Variable	<i>F</i>	NUM d.f.	DEN d.f.	<i>p</i> value
PATHOL	0.2712	2	8.47	NS
Lsonore	94.945	1	104.85	0.003
PATHOL:Lsonore	104.795	2	1665.80	0.000

TABLEAU 44 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante durée des explosions pour les consonnes occlusives correctes en position initiale.

Globalement, les durées des explosions augmentent de 2.38ms pour les consonnes sourdes par rapport aux consonnes sonores ($M=9.49ms$, $SD=0.67ms$ vs $M=7.11ms$, $SD=0.74ms$, $p=.003$). Ce résultat est cohérent avec celui du nombre de barres d'explosion rapportée dans la partie précédente.

Néanmoins, l'examen de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible met en évidence que les différences en terme de durée des explosions, entre les catégories sourdes et sonores sont significatives pour le groupe Broca tandis qu'elles ne le sont pas pour le groupe contrôle ni le groupe conduction (Broca : $M=10.29ms$, $SD=0.97ms$ vs $M=5.61ms$, $SD=1.14ms$, $p=.000$; contrôle : $M=8.51ms$, $SD=0.94ms$ vs $M=7.83ms$, $SD=0.98ms$, Conduction : $M=9.69ms$, $SD=0.95ms$ vs $M=7.88ms$, $SD=1.01ms$, $p>.05$). Toutes les autres différences ne sont pas significatives.

L'interaction est illustrée à la Figure 110.

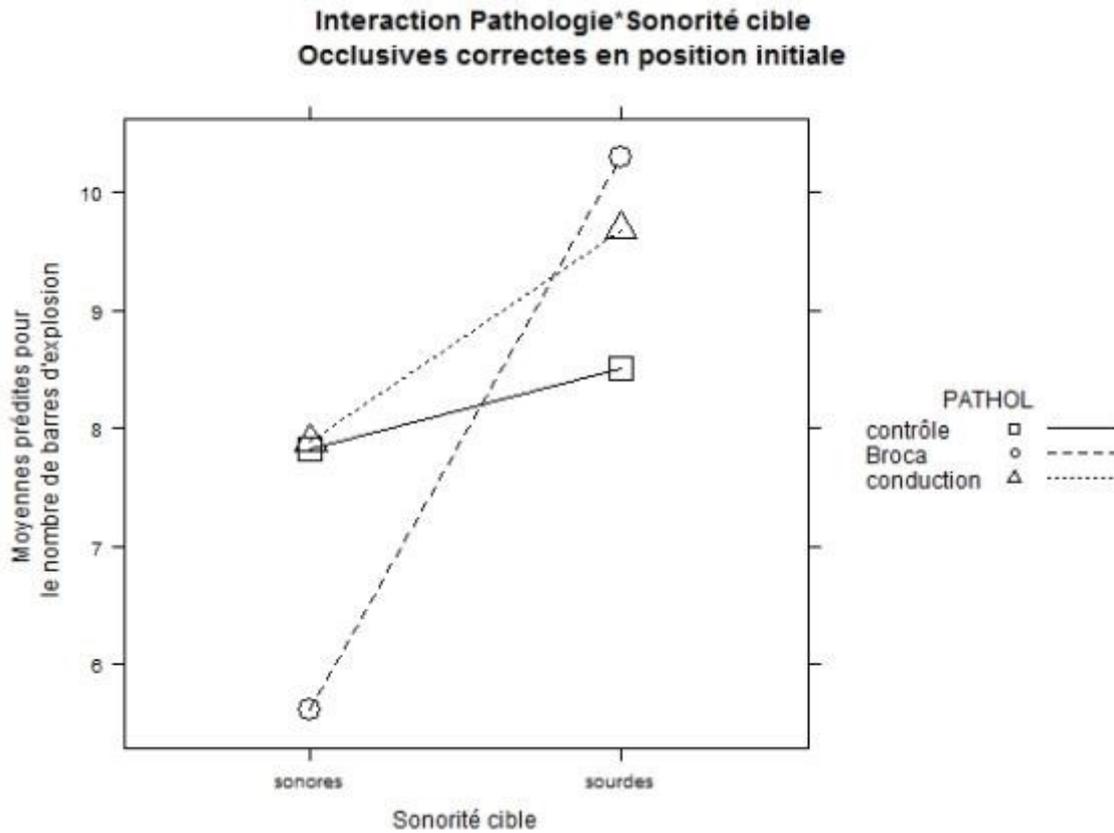


Figure 110. Effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible sur la valeur moyenne de la durée des explosions prédit : les occlusives correctes en position initiale.

Contexte intersonorant

Le nombre d'observations participant aux analyses rapportées ci-après est de 849.

Les analyses font état d'un effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible ($F(2,797.71)=3.71, p=.025$). Nous observons l'effet simple de la sonorité cible ($F(1,39.29)=83.04, p=.000$). La pathologie n'est pas significative en dehors de l'interaction. Les résultats du modèle final sont résumés dans le Tableau 45.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
PATHOL	2.566	2	9.09	NS
Lsonore	83.042	1	39.29	0.000
PATHOL:Lsonore	3.708	2	797.71	0.025

TABLEAU 45 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante durée des explosions pour les consonnes occlusives correctes en position intersonorante.

Globalement, la durée des explosions augmente de 7.98 ms. pour les consonnes sourdes par rapport aux consonnes sonores (M=8.36ms, SD=0.59ms vs M=0.37ms, SD=0.69ms, p=.000).

L'examen de l'interaction met en évidence que le rapport entre les durées des explosions et la sonorité est significatif pour chaque groupe de sujets, pour tous les groupes les explosions étant significativement plus longues pour la catégories sourdes par rapport aux sonores (contrôle : M=7.43ms, SD=0.67ms vs M=0.18ms, SD=0.77ms, p=.000 ; Broca M=9.45ms, SD=0.69ms vs M=0.51ms, SD=0.79ms, p=.000 ; Conduction : M=8.19ms, SD=6.98ms vs M=0.43ms, SD=0.78ms, p=.000).

En outre, nous observons que pour la catégorie **sourdes** les durées des explosions sont plus longues pour le groupe Broca que pour le groupe contrôle (M=9.45ms, SD=0.69ms vs M=7.43ms, SD=0.67ms, p=.033). La différence en termes de la durée des explosions entre le groupe Broca et le groupe conduction ainsi qu'entre le groupe contrôle et le groupe Conduction n'est pas significative. Finalement, les différences entre les groupes pour la catégorie **sonores** ne sont pas significatives non plus. Le résultat est illustré dans la Figure 111.

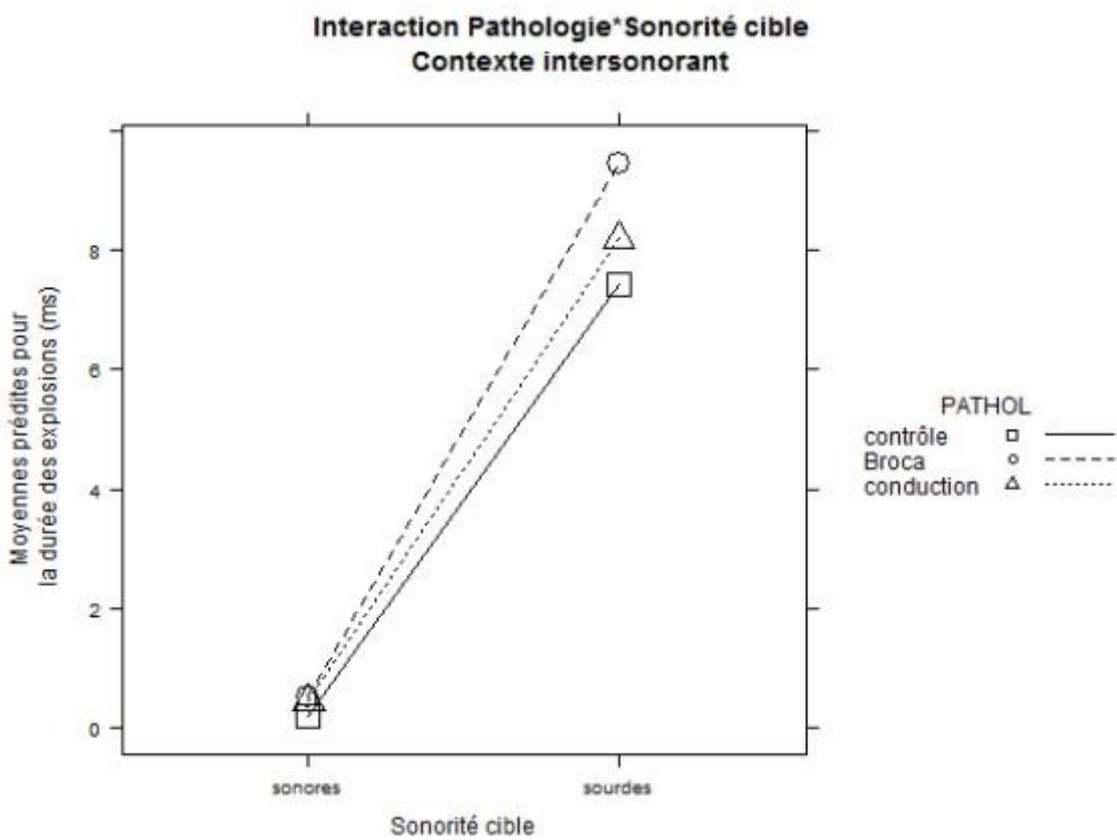


Figure 111. Effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible sur la valeur moyenne de la durée des explosions prédit : les occlusives correctes en position intersonorante.

Contexte C-V

Le nombre d'observations qui participent aux analyses rapportées ci-après est de 678.

Les analyses révèlent un effet significatif de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible ($F(2,640.05)=61.39$, $p=.002$), la sonorité étant significative en tant qu'effet simple ($F(1,35.64)=290.33$, $p=.000$). La pathologie, par contre n'est pas significative en tant qu'effet simple. Les autres variables n'influencent pas significativement les valeurs de la durée des explosions. Les résultats du modèle final sont résumés dans le Tableau 46.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
PATHOL	0.6545	2	9.62	NS
Lsonore	290.331	1	35.64	0.000
PATHOL:Lsonore	61.393	2	640.05	0.002

TABLEAU 46 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante durée des explosions pour les consonnes occlusives correctes en position C-V.

Globalement, la durée des explosions augmente de 7.10 ms. pour les consonnes sourdes par rapport aux consonnes sonores ($M=9.71$ ms, $SD=0.90$ ms vs $M=2.61$ ms, $SD=1.16$ ms, $p=.000$).

Cet effet s'exerce de la même manière pour chaque groupe de sujets, comme le montre l'examen de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible (contrôle : $M=8.67$ ms, $SD=1.15$ ms vs $M=2.08$ ms, $SD=1.39$ ms, $p=.000$; Broca : $M=11.56$ ms, $SD=1.18$ ms vs $M=3.76$ ms, $SD=1.44$ ms, $p=.000$; Conduction : $M=8.92$ ms, $SD=3.76$ ms vs $M=3.76$ ms, $SD=1.43$ ms, $p=.012$). Tous les autres contrastes ne sont pas significatifs.

L'interaction est représentée à la Figure 112.

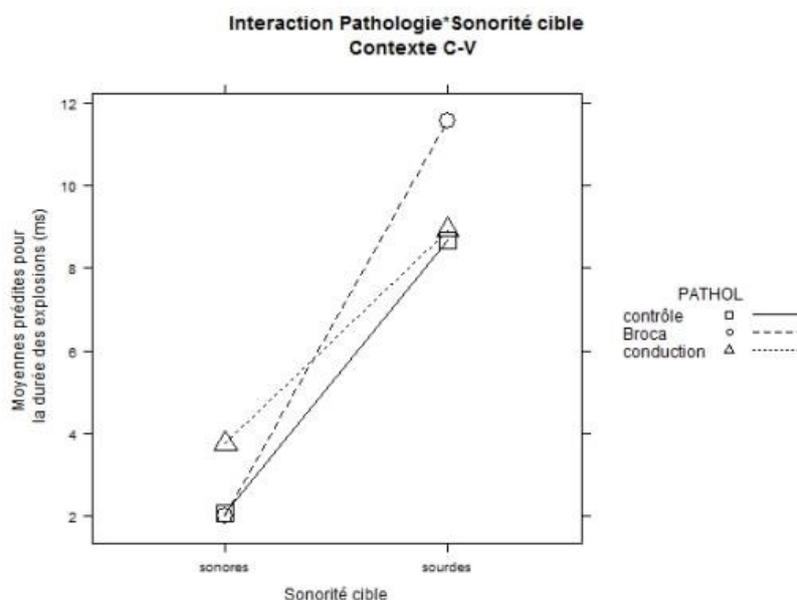


Figure 112. Effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible sur la valeur moyenne de la durée des explosions prédit : les occlusives correctes en position C-V.

Contexte V-C

Le nombre d'observations participant aux analyses rapportées ci-après est de 270.

Etant donné que certains niveaux de la variable de fréquence syllabique et de la variable de fréquence lexicale ne sont pas représentés dans le contexte V-C, nous avons écarté ces variables du modèle. Nous avons retenu les autres variables : la pathologie, la sonorité cible, la tâche et l'accent.

Les analyses montrent un effet significatif de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible ($F(2,255.12)=47.02$, $p=.010$), la sonorité étant significative également comme effet simple ($F(1,18.35)=177.23$, $p=.000$). La pathologie n'est pas significative en tant qu'effet simple. Les autres effets et interactions ne sont pas significatifs. Les résultats du modèle final sont résumés dans le Tableau 47.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
PATHOL	48.258	2	10.772	0.032
Lsonore	177.230	1	18.347	0.000
PATHOL:Lsonore	47.024	2	255.120	0.010

TABLEAU 47 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante durée des explosions pour les consonnes occlusives correctes en position V-C.

Globalement, les durées des explosions, en position V-C augmentent de 3.39 ms. pour les consonnes sourdes par rapport aux consonnes sonores ($M=4.93$ ms, $SD=0.64$ ms vs $M=4.92$ ms, $SD=0.62$ ms, $p=.000$).

Globalement, les durées des explosions augmentent pour le groupe contrôle par rapport au groupe Broca ($M=4.52$ ms, $SD=0.69$ ms vs $M=1.45$ ms, $SD=0.82$ ms, $p=.039$) tandis que les différences entre le groupe contrôle et le groupe Conduction en sont pas significatives ($M=4.52$ ms, $SD=0.69$ ms vs $M=3.72$ ms, $SD=0.79$ ms, $p>.05$).

L'examen de l'interaction montre que les durées des explosions augmentent pour les sourdes par rapport aux sonores pour le groupe contrôle ($M=7.55$ ms, $SD=0.90$ ms vs $M=1.50$ ms, $SD=0.83$ ms, $p=.000$) tandis que ces différences ne sont pas significatives pour le groupe Broca et le groupe conduction (Broca : $M=2.57$ ms, $SD=1.03$ ms vs $M=0.33$ ms, $SD=1.08$ ms; Conduction : $M=4.66$ ms, $SD=0.97$ ms vs $M=2.79$ ms, $SD=1.08$ ms, $p>.05$).

Par ailleurs, la durée des explosions augmente de 4.99 ms. pour les consonnes sourdes pour le groupe contrôle par rapport aux sourdes pour le groupe Broca, de manière significative ($M=7.55$ ms, $SD=0.90$ ms vs $M=2.57$ ms, $SD=1.03$ ms, $p=.010$).

L'interaction est illustrée à la Figure 113.

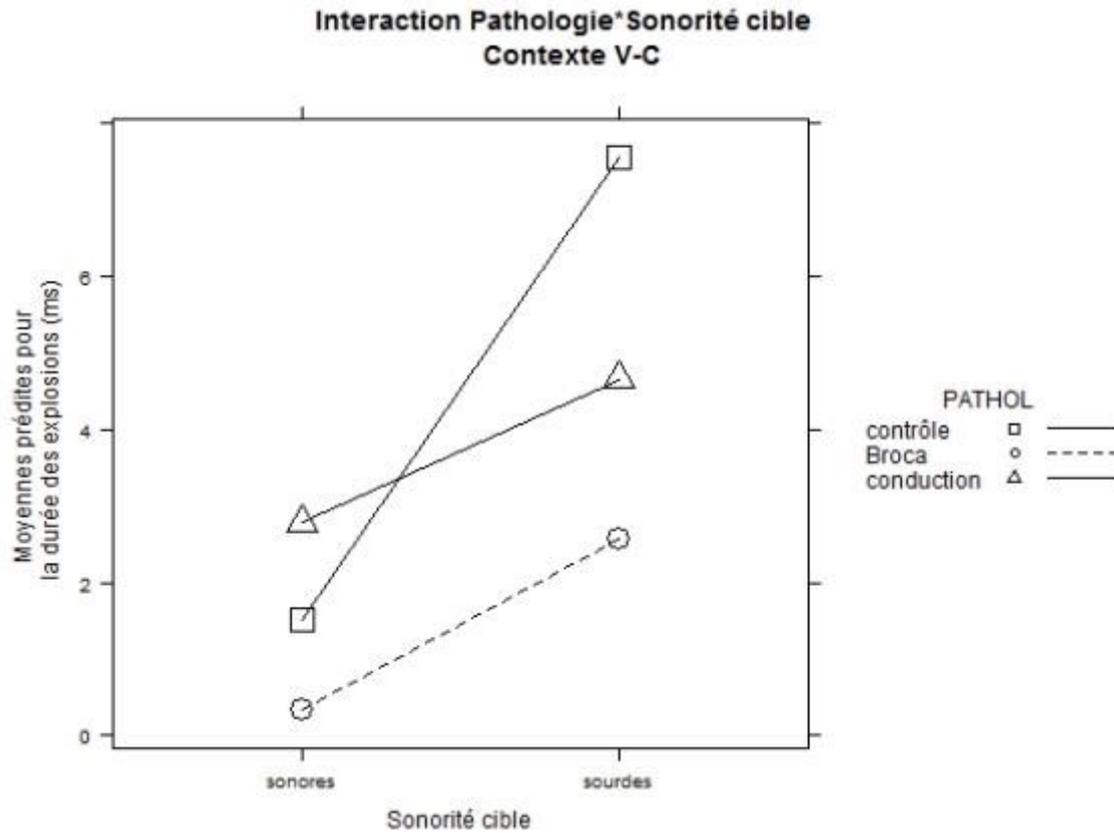


Figure 113. Effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible sur la valeur moyenne de la durée des explosions prédit : les occlusives correctes en position V-C.

Synthèse intermédiaire

Pareil que pour les autres paramètres, la sonorité permet prédire les valeurs de la durée des explosions dans tous les contextes phoniques.

Cependant, à la différence du paramètre de nombre de barres d'explosion, nous observons des différences en fonction de la sonorité et de la pathologie. Nous observons que la sonorité prédit les valeurs de la durée des explosions dans tous les contextes pour tous les groupes de sujets à l'exception des contexte initial, où l'effet de la sonorité s'observe uniquement pour le groupe Broca, et le contexte V-C où il s'observe uniquement pour le groupe contrôle. Ce dernier résultat pourrait s'interpréter qu'e contexte de coda syllabique (V-C), le contraste de voisement, si exprimé en fonction de la durée des explosions, se neutralise pour le groupe avec pathologie mais non pas pour le groupe contrôle.

Durée du bruit fricatif

Hypothèses et objectifs

L'objectif des présentes analyses consiste à examiner les effets des variables explicatives de l'étude sur les valeurs de la durée du bruit fricatif. Le nombre total des observations qui participent aux analyses présentées ci-après, tous contextes confondus, est de 3529.

Nous nous proposons en particulier d'examiner l'effet de la sonorité cible sur les valeurs de ce paramètre et si cet effet change en fonction de la pathologie. Nous souhaitons en plus déterminer quels autres effets influencent l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible. Pareil que pour le nombre de barres d'explosion et la durée des explosions, ce paramètre dépend fortement de la sonorité, pour cette raison nous ne prêterons pas l'attention aux effets simples des variables de l'accent, de la tâche et de fréquences (lexicale et syllabique) sur les valeurs du bruit fricatif.

Il convient de rappeler comment nous avons effectué les analyses acoustiques de la friction pour les consonnes analysées dans ce chapitre ainsi que les possibles interprétations de l'existence du bruit fricatif dans le signal des occlusives en espagnol.

Rappelons d'abord qu'en espagnol on distingue les occlusives à occlusion complète et les occlusives à occlusion partielle. Le bruit de friction n'est pas généralement observable dans la première catégorie, à laquelle appartiennent les consonnes /p/, /t/ et /k/ dans toutes les contextes phoniques et /b/, /d/ et /g/ en position initiale post-pausale et suivies d'une consonne latérale ou nasale (par exemple dans les mots *popa*, *bomba*, *toldo*, *venga*). Par contre, la friction peut s'observer dans le spectre des consonnes à occlusion partielle, c.à.d. des approximantes, auxquelles appartiennent les allophones des phonèmes /b/, /d/ et /g/ en position intersonorante et postvocalique (par exemple dans les mots *cava*, *cada* ou *vago*).

Dans cette étude, la friction correspondante au bruit de l'aire pendant l'articulation d'une approximante comme dans les cas mentionnés ci-avant n'a pas été codée comme « durée du bruit fricatif ». Le bruit fricatif qui fait l'objet de nos analyses ici correspond à celui qu'on trouve dans l'intervalle entre le relâchement de l'occlusives et le commencement du voisement de la voyelle. Ce phénomène est décrit dans la littérature sous le nom d'aspiration, défini comme un retard, sous forme du bruit aperiodique, des vibrations des cordes vocales suite à la rupture de l'occlusion, dans l'articulation des consonnes sourdes en position initiale et en syllabes accentuées.

L'examen du bruit fricatif pour les occlusives est motivé en premier lieu par une exigence méthodologique. Etant donné que nous nous proposons de comparer deux catégories de phonèmes, le choix du même ensemble de paramètres acoustiques s'impose.

Par ailleurs, l'objectif derrière l'étude du bruit fricatif dans l'articulation des occlusives est dans la présente étude en rapport avec la dichotomie de tension/relâchement qu'on souhaite mettre en lumière en parole aphasique. Les analyses acoustiques préalables ont relevé la présence du bruit correspondant à l'aspiration dans le spectrogramme des consonnes occlusives vélaire et dentales. Nous souhaitons savoir s'il s'agit là d'un phénomène observable uniquement en parole aphasique où également dans la parole normale. Finalement, nous voulons savoir quels facteurs incident sur la présence de l'aspiration dans la parole étudiée, parmi : accent, tâche et fréquence, syllabique et lexicale.

Avant de passer aux analyses, nous avons effectué un modèle mixte à effets aléatoire afin de déterminer si les valeurs du bruit fricatif dépendent significativement du contexte phonique.

Nous observons l'effet significatif de l'interaction entre le contexte et la pathologie pour la catégorie sourdes ($F(6,2088.72)=3.49$, $p=.002$) et pour la catégorie sonores ($F(6,1293.89)=4.74$, $p=.000$). On observe en plus l'effet simple du contexte tant pour la catégorie sourdes comme ($F(3,122.18)=3.53$, $p=.017$) pour les sonores ($F(3,79.98)=9.57$, $p=0.000$).

Les résultats des analyses rapportées ci-après seront explorés dans l'optique des questions de recherche suivantes :

- Est-ce que la durée du bruit fricatif pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que la durée du bruit fricatif pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité et de la pathologie, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que la durée du bruit fricatif pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de l'accent, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que la durée du bruit fricatif pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de la fréquence lexicale, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que la durée du bruit fricatif pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de la fréquence syllabique, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que la durée du bruit fricatif pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité, de la pathologie et de la tâche, toutes autres variables confondues par ailleurs ?

Le schéma du modèle construit pour réponse aux questions que nous nous sommes posées est donné dans la Figure 114.

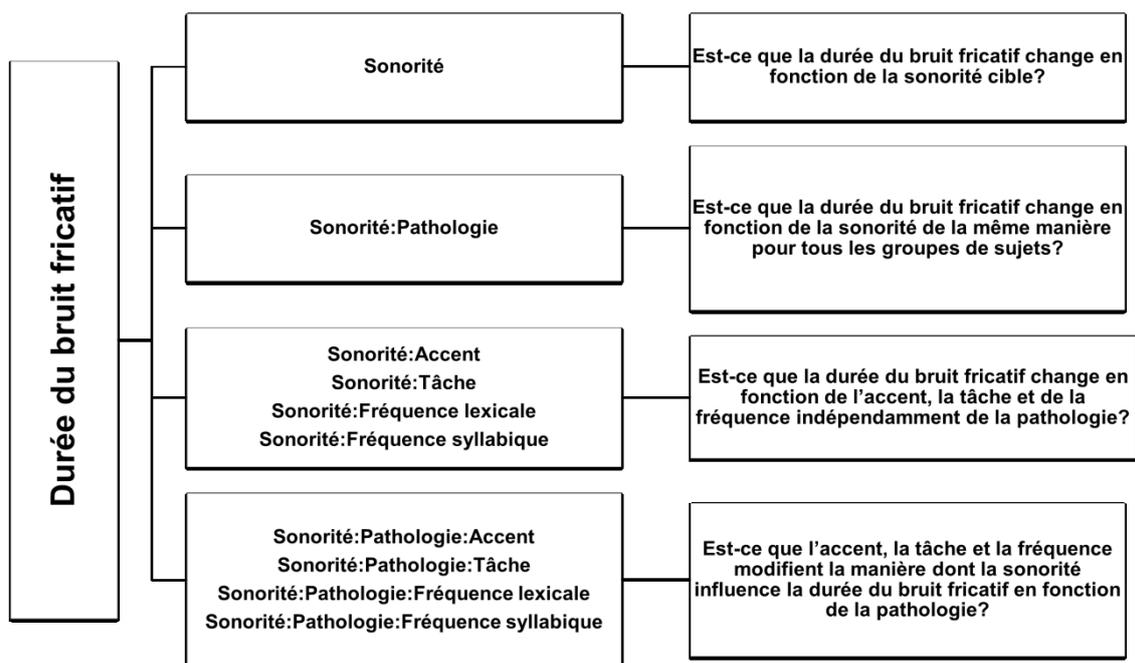


Figure 114. Schéma global du modèle mixte pour les analyses statistiques de la durée du bruit fricatif dans les productions correctes.

Contexte initial

Le nombre d'observations participant aux analyses rapportées ci-après pour le contexte initial est de 1744.

Nous observons l'effet de la sonorité cible, en absence de tout autre effet significatif ($F(1, 130.53)=4.61, p=.033$). La Figure 115 fait voir que, en ce qui concerne la position initiale, la friction augmente de 0.55ms pour les sourdes par rapport aux sonores ($M=0.71ms, SD=0.28ms$ vs $M=0.16ms, SD=0.32ms, p=.034$), indépendamment de la pathologie. Les autres variables et interactions ne sont pas significatives.

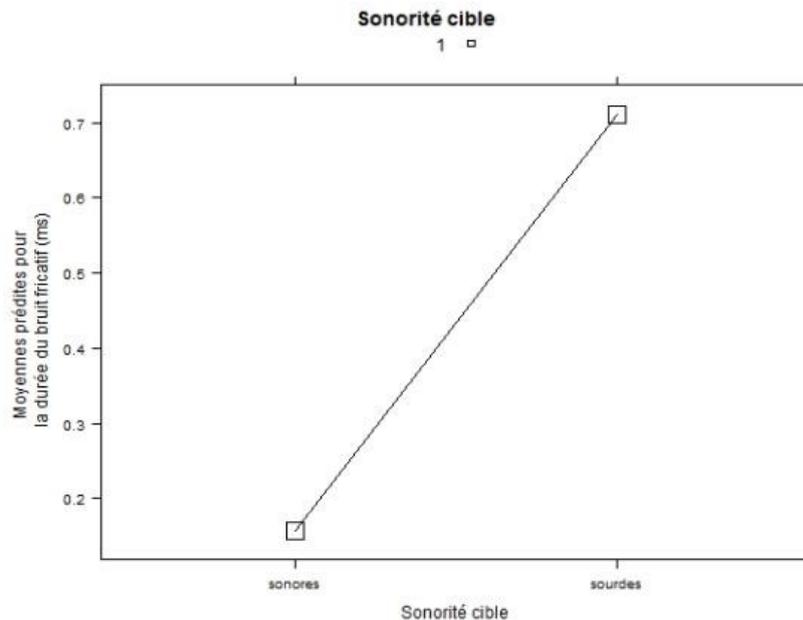


Figure 115. Effet de la sonorité cible sur la valeur moyenne de la durée du bruit fricatif prédite : les occlusives correctes en position initiale.

Contexte intersonorant

Le nombre d'observations participant aux analyses rapportées ci-après est de 845.

Les analyses montrent un effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité ($F(2,830.07)=44.83$, $p=.011$). Il n'y a pas d'effets simples de la pathologie ni de la sonorité. Les autres facteurs ni interactions ne sont pas significatifs. Le résultat du modèle global est résumé dans le Tableau 48.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
PATHOL	10.808	2	8.70	NS
Lsonore	29.100	1	830.09	NS
PATHOL:Lsonore	44.831	2	830.07	0.011

TABLEAU 48 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante durée du bruit fricatif pour les consonnes occlusives correctes en position intersonorante.

La représentation de l'interaction à la Figure 116 suggère d'un côté, un pattern différent du groupe conduction en relation avec le groupe contrôle et le groupe Broca. De l'autre côté, il semble qu'en ce qui concerne les sourdes, les durée du bruit fricatif sont plus longues pour le groupe Broca par rapport au groupe contrôle.

L'examen de l'interaction permet de vérifier ces observations.

D'abord, le bruit fricatif est significativement différent pour le groupe Broca, où il est plus long pour les sourdes par rapport aux sonores ($M=3.57ms$, $SD=.1.05ms$ vs $M=0.86ms$, $SD =1.11ms$,

$p=.025$). La différence entre les sonores et les sourdes n'est pas significative pour le groupe contrôle ($M=0.70\text{ms}$, $SD=1.00\text{ms}$ vs $M=0.18\text{ms}$, $SD=1.04\text{ms}$, $p>.05$) ni pour le groupe conduction ($M=0.00\text{ms}$, $SD=1.00\text{ms}$, vs $M=0.80\text{ms}$, 1.07ms , $p>.05$).

Par ailleurs, les différences entre les trois groupes de sujets pour la catégorie sonores n'est pas significative (contrôle $M=0.18\text{ms}$, $SD=1.04\text{ms}$ vs conduction : $M=0.80\text{ms}$, 1.07ms vs Broca $M=3.57\text{ms}$, $SD=1.05\text{ms}$).

Tous les autres contrastes ne sont pas significatifs. Ce résultat est illustré dans la Figure 116.

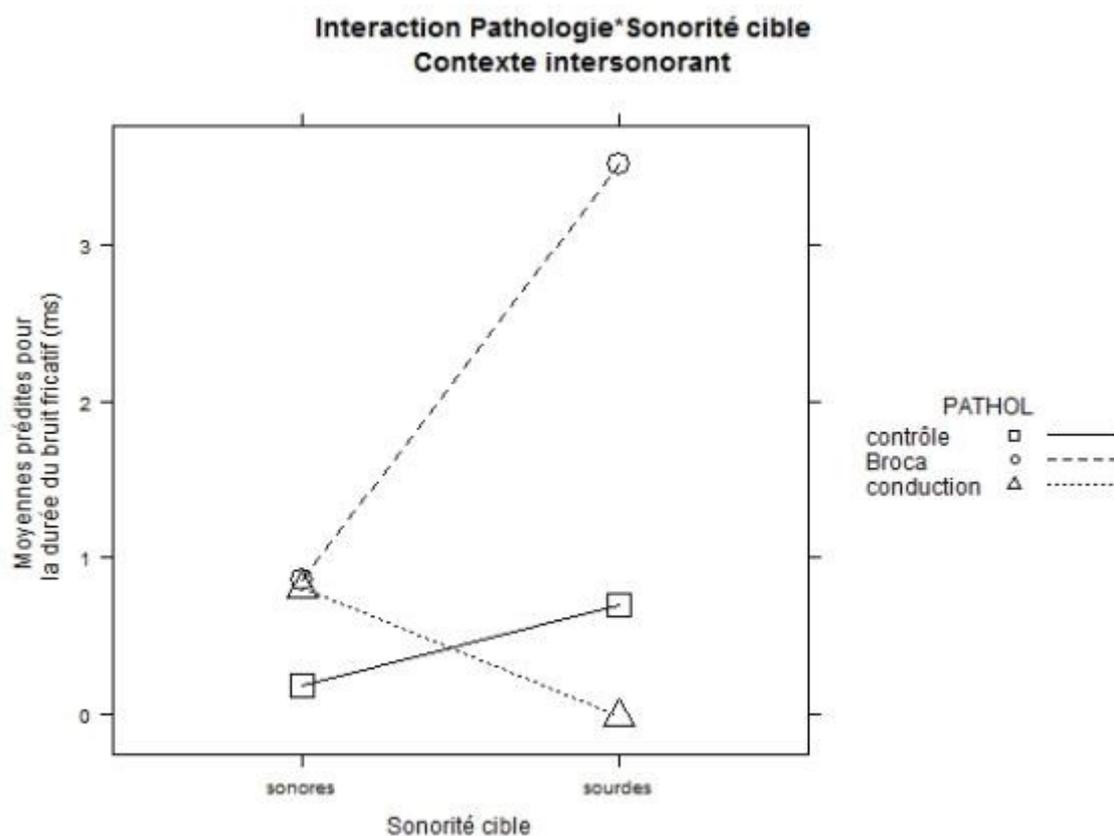


Figure 116. Effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible sur la valeur moyenne de la durée du bruit fricatif prédite : les occlusives correctes en position intersonorante.

Contexte C-V

Le nombre d'observations participant dans les analyses rapportées ci-après est de 672.

La variable de fréquence syllabique n'a pas été retenue pour les analyses, dû au nombre limité de cas dans certaines modalités de cette variable.

Les analyses montrent d'abord que l'interaction entre la pathologie et la sonorité n'est pas significative au seuil que nous avons fixé (0.05). Nous observons par contre que les valeurs du bruit fricatif dépendent de la sonorité et de l'accent d'un côté ($F(1,25.86)=32.67$, $p=.000$) et de la sonorité et de la fréquence lexicale de l'autre ($F(3,24.42)=17.44$, $p=.000$). Cela suggère qu'indépendamment de la pathologie, les valeurs de la variable dépendante sont influencées en fonction de la sonorité par l'accent et la fréquence.

Nous observons ensuite un effet significatif de l'interaction entre la pathologie, la sonorité et la fréquence lexicale ($F(6,612.36)=6.13$, $p=.000$) ainsi qu'entre la pathologie, la sonorité et l'accent ($F(2,604.14)=16.20$, $p=.000$). Ce résultat indique que la manière dont le bruit fricatif dépend de la sonorité cible et de l'accent/la fréquence lexicale, est différente selon le groupe de sujets étudié. Par ailleurs, on observe que la tâche ainsi que l'interaction avec la tâche ne sont pas significatives. Les résultats du modèle final sont présentés dans le Tableau 49.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
PATHOL	1.148	2	14.65	NS
Lsonore	0.024	1	23.11	NS
Flex	18.502	3	24.53	0.000
Laccent	36.329	1	25.85	0.000
PATHOL:Lsonore	2.873	2	623.94	0.057
Lsonore:Laccent	32.646	1	25.86	0.000
Lsonore:Flex	17.442	3	24.42	0.000
PATHOL:Lsonore:Laccent	16.200	2	604.14	0.000
PATHOL:Lsonore:Flex	6.135	6	612.36	0.000

TABLEAU 49 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante durée du bruit fricatif pour les consonnes occlusives correctes en position C-V.

Nous allons examiner d'abord l'interaction double entre la sonorité et la fréquence lexicale.

L'illustration de l'interaction à la Figure 41 fait voir que pour les consonnes sourdes le bruit fricatif maintient une durée pareille à travers les différents niveaux de la fréquence lexicale. L'examen de l'interaction moyennant *lsmeans* confirme cette observation ($p>.05$). Par contre, nous observons des écarts importants entre les valeurs prédites du bruit fricatif pour les consonnes sourdes, qui semblent opposer les mots moins fréquents aux mots plus fréquents. L'examen de ces écarts montre que le bruit fricatif augmente sensiblement pour les consonnes sonores en mots moins fréquents (fréquence lexicale 1 et 2) par rapport aux mots moins fréquents (les fréquences 3 et 4) : de 36.42ms pour les mots à fréquence 1 par rapport aux mots à fréquence 3 ($M=23.69$ ms,

SD=3.15ms vs M=-12.70ms, SD=3.71ms, $p=.000$) et de 36.40ms pour les mots à fréquence 1 par rapport aux mots à fréquence 4 (M=23.69ms, SD=3.15ms vs M=12.73ms, SD=2.90ms, $p=.000$).

En plus, les contrastes entre les valeurs du bruit fricatif pour consonnes sonores et sourdes sont systématiquement différents à travers toutes les fréquences (cf. Figure 117). Pour les mots non fréquents (fréquence lexicale 1 et 2), le bruit fricatif augmente pour les consonnes sonores par rapport aux sourdes (fréquence 1 : M=23.69ms, SD=3.15ms vs M=5.27ms, SD=1.46ms, $p=.000$; fréquence 2 : M=15.76ms, SD=2.34ms vs M=3.25ms, SD=1.50ms, $p=.000$), tandis que pour les mots plus fréquents, le bruit fricatif diminue pour les consonnes sonores par rapport au sourdes (fréquence 3 : M=-12.93ms, SD=2.90ms vs M=1.13ms, SD=1.38ms, $p=.001$; fréquence 4 : M=-12.71ms, SD=3.72ms vs M=8.00ms, SD=3.20ms, $p=.003$).

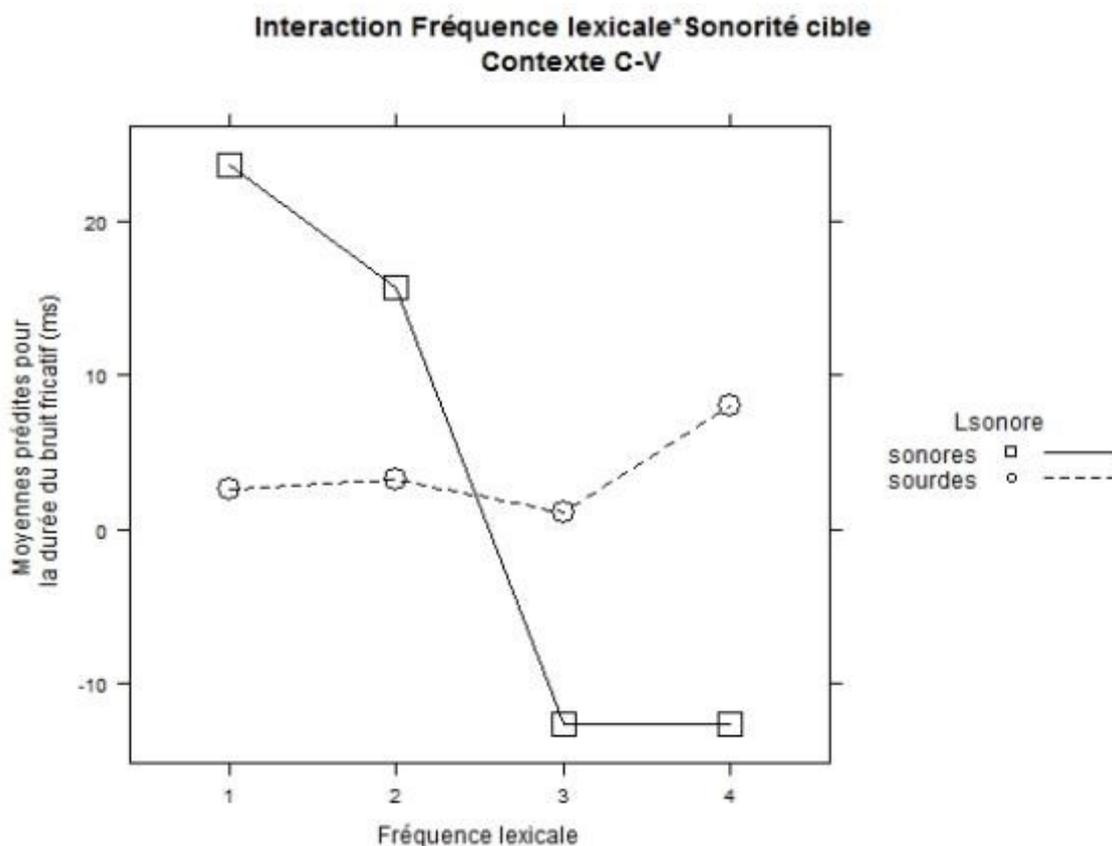


Figure 117. Effet de l'interaction entre la fréquence lexicale et la sonorité cible sur la valeur moyenne de la durée du bruit fricatif prédite : les occlusives correctes en position C-V.

Ensuite, nous observons l'effet de l'interaction entre la pathologie, la sonorité cible et la fréquence lexicale qui suggère que le pattern que nous avons observé et explicité ci-dessus change en fonction de la pathologie.

L'examen de cette interaction nous informe qu'en effet, l'effet de l'interaction entre la sonorité et la fréquence est significatif *uniquement* pour le groupe Broca. Dans ce groupe, les consonnes sonores produites dans les mots peu fréquents (fréquence 1 et 2) se caractérisent par les durées du bruit fricatif supérieures par rapport aux consonnes sonores produites dans les mots plus fréquents (à

fréquence 3 et 4). Ainsi, pour la fréquence 1 le bruit de friction augmente de 75.28ms par rapport à la consonne produite en mot à fréquence 3 ($M=46.12\text{ms}$, $SD=6.43\text{ms}$ vs $M=-29.15\text{ms}$, $SD=5.91\text{ms}$, $p=.000$) et de 74.56ms pour la consonne produites en mot à fréquence 4 ($M=46.12\text{ms}$, $SD=6.43\text{ms}$ vs $M=-28.43\text{ms}$, $SD=7.95\text{ms}$, $p=.000$). Pour la fréquence 2, le bruit fricatif augmente de 65.45ms par rapport aux consonnes produites dans les mots à fréquence 3 ($M=32.41\text{ms}$, $SD=4.82\text{ms}$ vs $M=-29.15\text{ms}$, $SD=5.91\text{ms}$, $p=.000$) et de 64.84ms par rapport aux consonnes produites dans les mots à fréquence 4 ($M=32.41\text{ms}$, $SD=4.82\text{ms}$ vs $M=-28.43\text{ms}$, $SD=7.95\text{ms}$, $p=.000$). Pour les consonnes sourdes, dans le même groupe Broca, les contrastes en fonction de la fréquence lexicale ne sont pas significatifs. L'interaction triple entre la pathologie, la sonorité et la fréquence lexicale est illustrée à la Figure 118.

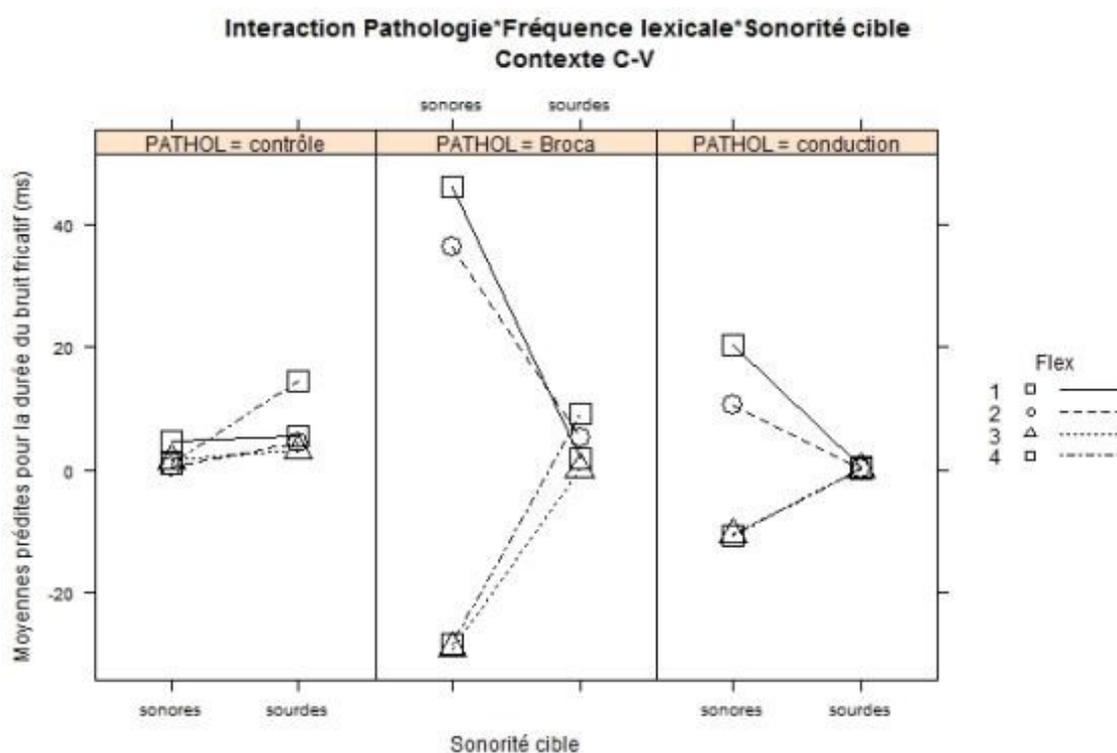


Figure 118. Effet de l'interaction entre la fréquence lexicale, la pathologie et la sonorité cible sur la valeur moyenne de la durée du bruit fricatif prédite : les occlusives correctes en position C-V.

Nous allons à présent examiner l'interaction entre la pathologie, la sonorité et l'accent.

On remarque que la sonorité et l'accent influencent ensemble les valeurs du bruit fricatif indépendamment de la pathologie. On constate que la durée du bruit fricatif est constante pour les consonnes sourdes dans le contexte accentuée et non-accentuée ($M=4.10\text{ms}$, $SD=1.62\text{ms}$ vs $M=3.37\text{ms}$, $SD=1.26\text{ms}$, $p=.961$). Par contre, la durée du bruit fricatif change en fonction de l'accent pour les consonnes sonores. Ainsi, augmente de 27.18ms pour les consonnes sonores non accentuée par rapport aux consonnes sonores accentuée ($M=17.09\text{ms}$, $SD=2.33\text{ms}$ vs $M=-10.08\text{ms}$, $SD=2.66\text{ms}$, $p=.000$). En plus, la durée du bruit fricatif diminue de 12.99ms pour les sourdes en position non-accentuée ($p=.000$) et augmente de 13.47ms pour les sourdes en position accentuée ($p=.000$). L'interaction est illustrée à la Figure 119.

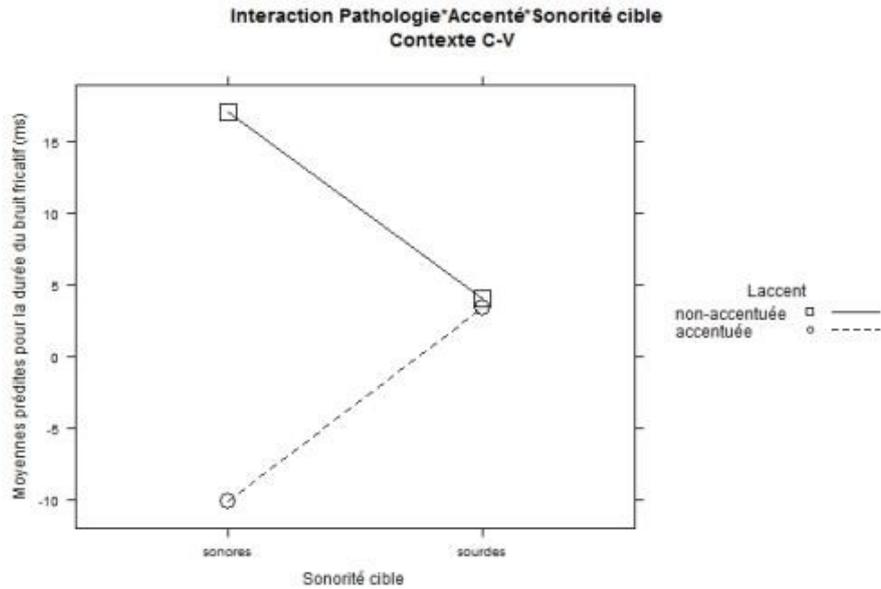


Figure 119. Effet de l'interaction entre l'accent et la sonorité cible sur la valeur moyenne de la durée du bruit fricatif prédite : les occlusives correctes en position C-V.

L'examen de l'interaction triple avec la pathologie, illustrée à la Figure 120, permet de voir que cette relation est significative *uniquement* pour le groupe Broca. Les consonnes sonores en syllabe non-accentuée se caractérisent par la durée du bruit fricatif plus longue que les consonnes sonores en syllabe accentuée ($M=31.93\text{ms}$, $SD=4.91\text{ms}$ vs $M=-24.85\text{ms}$, $SD=5.84\text{ms}$, $p=.000$).

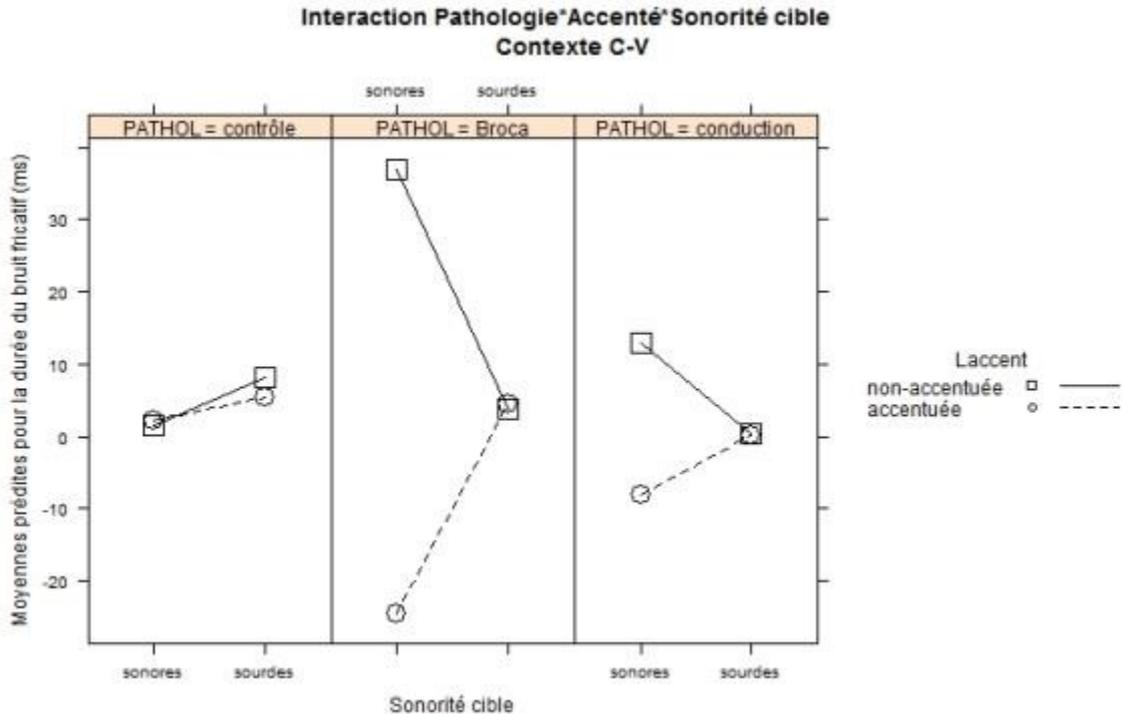


Figure 120. Effet de l'interaction entre l'accent, la pathologie et la sonorité cible sur la valeur moyenne de la durée du bruit fricatif prédite : les occlusives correctes en position C-V.

Contexte V-C

Le nombre d'observations des occlusives correctes en contexte V-C est de 268. Les analyses préalables montrent que le nombre de cas où le bruit fricatif est supérieur à 0 est de 7 observations. Étant donné que la variabilité est trop limitée nous ne continuons pas les analyses pour le contexte.

Synthèse intermédiaire

L'analyse des effets qui influencent la durée du bruit fricatif indiquent d'abord que la sonorité est un fort prédicteur de ces valeurs en position initiale post pausale. Dans ce contexte, le résultat est indépendant de la pathologie.

En ce qui concerne les autres contextes (intersonorant et C-V), les effets sont limités au groupe Broca. Nous observons qu'en contexte intersonorant, la durée du bruit fricatif augmente pour les consonnes sourdes. En contexte C-V, cependant, elle se maintient constante pour les consonnes sourdes en fonction de la fréquence et de l'accent mais augmente significativement pour les consonnes sonores articulées en mots moins fréquents (par rapport aux plus fréquents) et en syllabe non-accentuée par rapport à l'accentuée. Les groupes contrôle et Conduction ne sont pas sensibles à ces effets.

VTT

Hypothèses et objectifs

Le paramètre de Voice Termination Time (VTT), ou délai d'arrêt du voisement, correspondant au délai nécessaire à l'arrêt des vibrations laryngées après la fermeture articulaire, visibles sur le spectrogramme sous forme de l'énergie régulière dans les basses fréquences pendant la tenue consonantique, constitue un indice de l'amortissement des vibrations glottiques appartenant à la voyelle précédente. Cette mesure, appliquée pour la première fois aux analyses des sujets sourds-muets (Agnello, 1975) et ensuite aux analyses de la parole déviante des patients présentant des difficultés de voisement d'origine neurologique ou traumatique (par exemple Sock & Benoit, 1986), apporte l'information complémentaire relative à la synchronisation temporelle des articulateurs à la frontière entre l'évènement vocalique et l'évènement consonantique.

Le paramètre du VTT peut par conséquent contribuer à notre objectif d'identifier des caractéristiques phonétiques de la mise en place du trait de voisement par les patients aphasiques. Afin de pouvoir examiner la parole déviante, nous devons d'abord voir ce qui en est dans la parole normale (sujets contrôle) et aussi, d'accord avec la méthodologie que nous avons adoptée dans cette étude, dans les productions correctes par les mêmes patients. Rappelons que nous avons quantifié ce paramètre en contexte intersonorant, en marquant comme 0 tous les cas où nous n'avons pas observé de voisement pendant la tenue consonantique.

Le modèle général est illustré à la Figure 121.

FIGURE

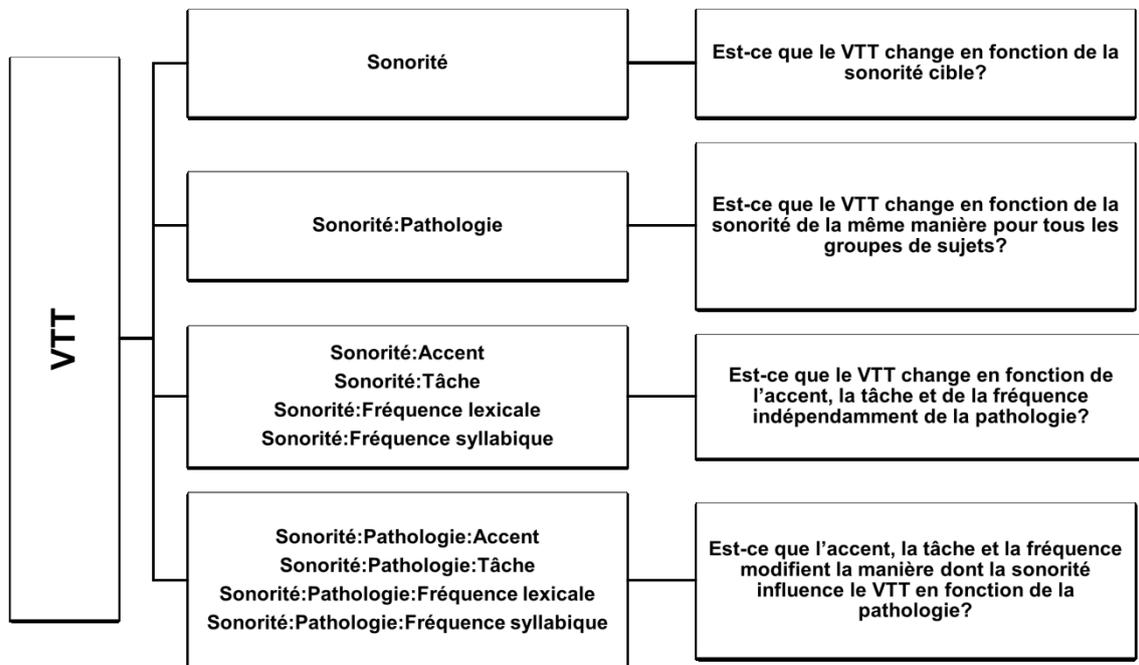


Figure 121. Schéma global du modèle pour les analyses des effets des variables explicatives sur le VTT.

Analyses

Le nombre d'observations qui participent aux présentes analyses est de 849. Dans 45 cas, le VTT est supérieur à 0. La distribution des cas en fonction de la pathologie et de la sonorité cible est donnée dans le Tableau 50.

TABLEAU

Contexte post-sonorant	Sonores	Sourdes
<i>Broca</i>	6	10
<i>Conduction</i>	7	1
<i>contrôle</i>	1	20
Total	14	31

TABLEAU 50 Distribution des cas pour les analyses du VTT

Etant donné les effectifs, l'analyse de la variabilité de valeurs de ce paramètre en fonction du groupe et de la sonorité cible n'est pas possible en ce qui concerne la production correcte. Notons néanmoins que les valeurs de ce paramètre sont supérieures à 0 davantage dans la production des occlusives sourdes correctes par rapport aux sonores, à l'exception du groupe conduction. Par ailleurs, il est surprenant de constater que nous retrouvons des valeurs élevées du VTT dans la production des occlusives sourdes des sujets contrôle, qui ne présentent pas aucune perturbation phonétique.

FTT

Hypothèses et objectifs

Le paramètre de Formant Termination Time (FTT) correspond au délai nécessaire à l'arrêt des vibrations des harmoniques, appartenant à la voyelle précédente, après la fermeture articulaire, visibles sur le spectrogramme sous forme de l'énergie régulière dans des zones de fréquence concentrées pendant la tenue consonantique.

Sur la totalité de 849 cas des occlusives intersonorantes, nous trouvons 149 cas où le paramètre du FTT est supérieur à 0ms, ce qui correspond à 17.5% (cf. Tableau 51).

TABLEAU

Contexte	Sourdes	Sonores
Intersonorant	80	69
<i>Broca</i>	36	54
<i>Conduction</i>	6	6
<i>Contrôle</i>	38	9
Total	149	149

TABLEAU 51 Distribution des cas pour les analyses du FTT.

Le schéma du modèle des analyses est illustré à la Figure 122.

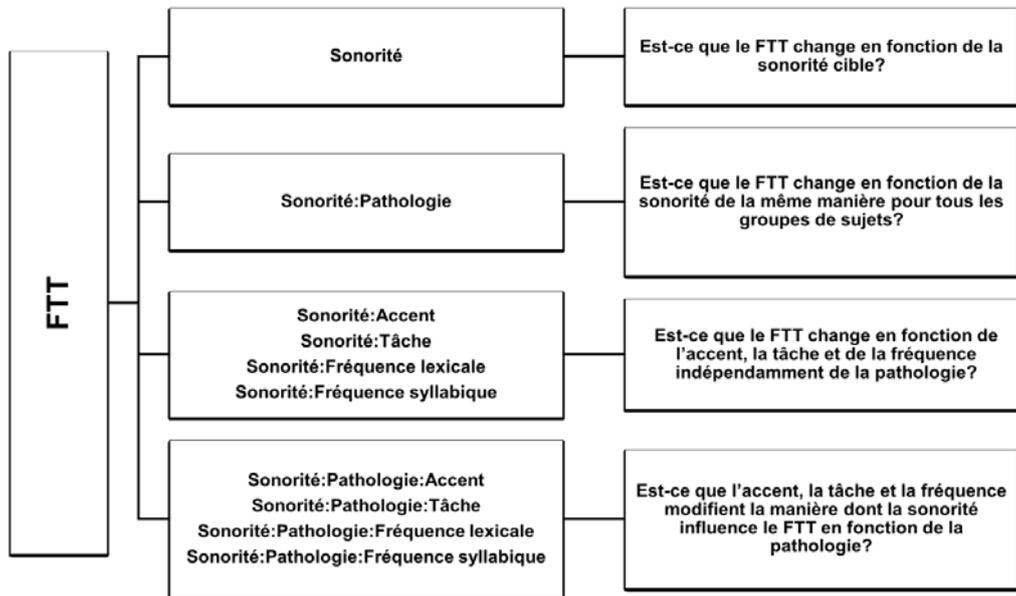


Figure 122. Schéma global du modèle pour les analyses des effets des variables explicatives sur le FTT.

Analyses

Nous observons l'effet de l'interaction triple entre la pathologie, la sonorité cible et la fréquence lexicale ($F(6,805.22)=2.97$, $p=.007$) ainsi que de l'interaction double entre la pathologie et la sonorité cible ($F(2,805.59)=13.63$, $p=.000$). La pathologie, la fréquence lexicale et la sonorité cible ne sont pas significatives en tant qu'effets simples.

Nous observons par ailleurs l'effet principal de la fréquence syllabique ($F(3,41.70)=3.36$, $p=.027$) et de la tâche ($F(1,797.36)=10.41$, $p=.001$). Les autres effets et interactions ne sont pas significatifs.

Les résultats du modèle final sont présentés dans le Tableau 52.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
PATHOL	21.183	2	6.97	NS
Lsonore	17.059	1	44.58	NS
Fsyll	33.678	3	41.70	0.027
Flex	0.7427	3	44.51	NS
Tache	104.196	1	797.36	0.001
PATHOL:Lsonore	136.305	2	805.59	0.000
Lsonore:Flex	14.174	3	44.72	NS
PATHOL:Lsonore:Flex	29.795	6	805.22	0.007

TABLEAU 52 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante FTT pour les consonnes occlusives correctes en position intersonorante

Nous observons que globalement, la sonorité n'influence pas significativement les valeurs du FTT en dehors des interactions. La sonorité devient significative en interaction avec la pathologie. L'examen de cette interaction, illustrée à la Figure 123, permet de voir que les contrastes significatifs existent pour le groupe Broca tandis que les différences ne sont pas significatives pour les groupes contrôle et Conduction. Ainsi, pour le groupe Broca, le FTT augmente de 12.90ms pour les consonnes occlusives sonores par rapport aux consonnes sourdes ($M=30.53ms$, $SD=7.70ms$ vs $M=17.63ms$, $SD=7.64ms$, $p=.000$). Tous les autres contrastes ne sont pas significatifs.

**Interaction Pathologie*Sonorité cible
Occlusives correctes en position intersonorante**

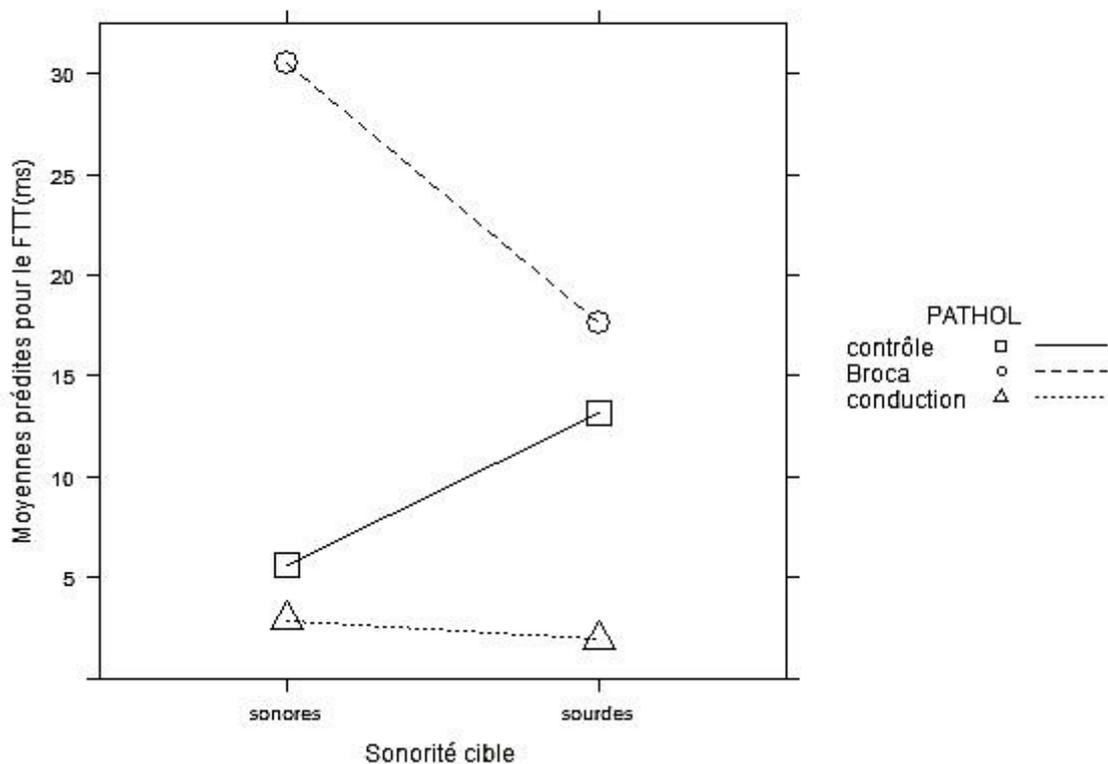


Figure 123. Effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible sur la valeur moyenne du FTT prédit : les occlusives correctes en position intersonorante.

L'interaction triple suggère pourtant que ce résultat est significativement influencé par la fréquence lexicale. L'examen de l'interaction illustrée à la Figure 124 indique qu'en effet il existe pour le groupe Broca un pattern inverse pour les consonnes sourdes et sonores en fonction de la fréquence lexicale tandis que ce pattern n'existe pas pour les groupes contrôle et Conduction. Nous identifions les contrastes significatifs pour les mots à fréquence 3 : les durées du FTT augmentent de 19.89ms pour les consonnes sonores par rapport aux consonnes sourdes (M=37.10ms, SD=8.26ms vs M=17.21ms, SD=8.10ms, $p=.010$) ; et pour les mots à fréquence 4 : les durées du FTT augmentent de 29.25ms pour les consonnes sonores par rapport aux sourdes (M=39.87ms, SD=8.56ms vs M=10.62ms, SD=8.12ms, $p=.000$). Les autres contrastes ne sont pas significatifs.

**Interaction Pathologie*Sonorité cible*Fréquence lexicale
Occlusives correctes en position intersonorante**

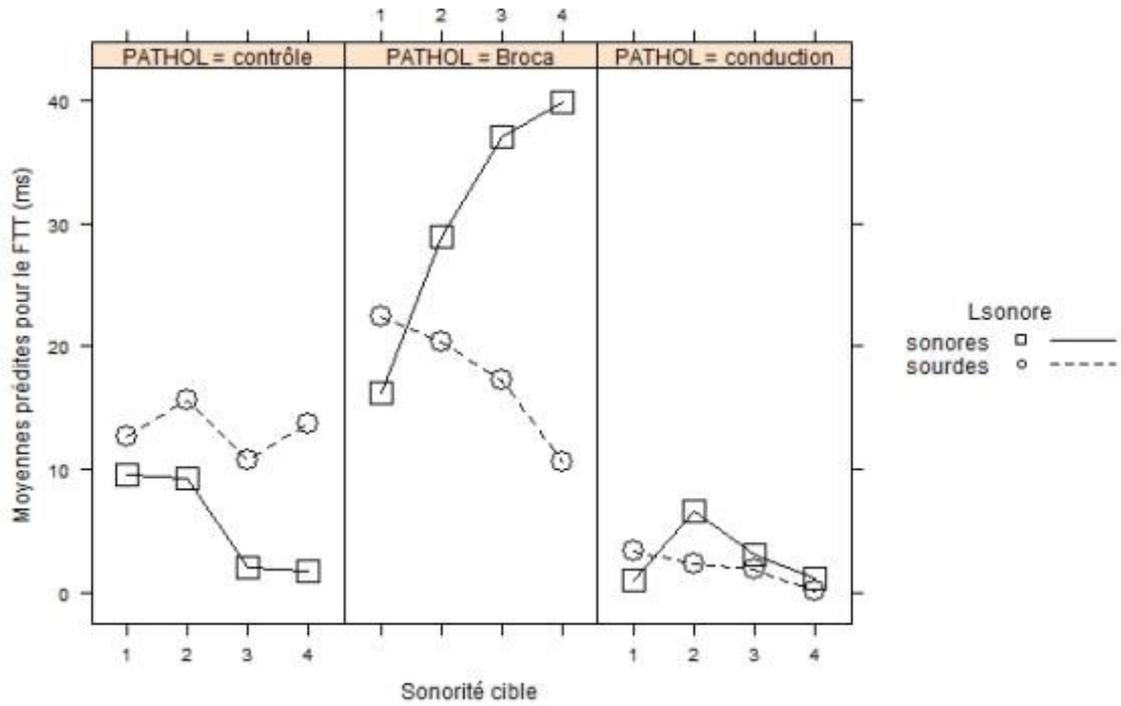


Figure 124. Effet de l'interaction entre la fréquence lexicale, la pathologie et la sonorité cible sur la valeur moyenne du FTT prédit : les occlusives correctes en position intersonorante.

Synthèse intermédiaire

Les résultats indiquent que le FTT est affecté par la sonorité uniquement dans la groupe Broca où il augmente pour les consonnes sonores correctes par rapport aux sourdes correctes, si ces consonnes appartiennent aux mots plus fréquents (fréquence lexicale 3 et 4).

Synthèse des résultats pour les productions correctes

Notre objectif dans les analyses rapportées en haut a été triple. Il s'agissait en premier lieu de déterminer si les valeurs des paramètres acoustiques étaient influencées par la sonorité cible. En second lieu, nous souhaitions savoir si l'effet de la sonorité dépendait à son tour de la pathologie, en particulier, si l'effet de la sonorité cible permettait d'opposer, sur le plan acoustique, la production des sujets contrôle à la production correcte des sujets aphasiques. Finalement, nous nous sommes proposé de déterminer si l'interaction entre la sonorité et la pathologie était soumise à des contraintes phonétiques et psycholinguistiques (l'accent, la tâche, le point d'articulation, la fréquence lexicale et syllabique) de manière différenciée. C'est en fonction de ces trois objectifs que nous allons rapporter les principaux résultats.

En guise de conclusion générale, suite à l'examen de l'expression phonique des productions correctes produites par les sujets de référence et les groupes aphasiques, une observation générale s'impose : la sonorité semble avoir un caractère multiparamétrique. Dans les chapitres suivants, nous nous intéresseront plus en détail à la manière dont les différents paramètres interfèrent pour établir l'opposition du voisement, soit avec succès - dans le cas de la production correcte -, soit sans arriver au bon résultat communicatif dans le cas des erreurs. Nous examinerons également à quel point le VOT a un rôle prédominant dans la construction du voisement en analysant les erreurs d'assourdissement.

Effet de la sonorité cible

Nous sommes amené à conclure qu'en ce qui concerne la production correcte des consonnes occlusives sonores et sourdes, la sonorité cible affecte non seulement le VOT, comme le postulent les études classiques, mais également les paramètres dites secondaires : la durée segmentale, le nombre de barres d'explosion et, selon le contexte, la durée des explosions et la durée du bruit fricatif. Cela se manifeste sur le plan acoustique, selon le paramètre étudié, de la manière suivante :

- Le VOT présente des valeurs négatives pour les consonnes sonores et positives pour les sourdes.
- Les consonnes sourdes sont plus longues que les sonores.
- Les consonnes sourdes présentent le nombre de barres d'explosions plus élevé que les occlusives sonores.
- Les consonnes sourdes se caractérisent par la durée des explosions supérieure à celle des sonores, bien que cet effet soit limité aux contextes intersonorant et C-V.
- Les consonnes sourdes initiales présentent un bruit fricatif plus long que les consonnes sonores dans le même contexte.

Effet de l'interaction entre la sonorité et la pathologie

Les résultats de l'examen de l'effet de l'interaction entre la sonorité cible et la pathologie suggèrent, en accord avec notre hypothèse, que globalement le comportement phonique du groupe Broca est

significativement différent du groupe contrôle et du groupe Conduction, tandis que les différences entre les deux derniers groupes ne sont pas significatives.

Concernant le paramètre principal du voisement, le VOT, la différence est observée pour les consonnes sonores et se manifeste par les durées absolues du VOT plus longues dans le groupe Broca par rapport aux autres groupes. L'exception à cette tendance se trouve en contexte initial où les durées du VOT dans le groupe Broca sont sensiblement plus courtes que pour les deux autres groupes. Cela pourrait indiquer que même dans la production correcte, le voisement en contexte initial pose un problème pour ce groupe de sujets.

En ce qui concerne la durée segmentale, les consonnes sourdes sont plus longues que les sonores indépendamment de la pathologie en contexte intersonorant et en contexte V-C tandis qu'en contexte C-V, l'effet de la sonorité est observée dans le groupe Broca et le groupe contrôle mais pas dans le groupe Conduction.

Quant au nombre de barres d'explosion, il augmente pour les consonnes sourdes par rapport aux consonnes sonores dans tous les groupes de sujets à travers de tous les contextes, sans qu'il existe des différences en fonction de la pathologie. Nous avons prévu que la tendance à l'articulation plus tendue se manifesterait chez les sujets de Broca non seulement en productions déviantes mais également en production perçue correctement. Ce résultat va donc contre nos hypothèses.

Par contre, en ce qui concerne la durée des explosions, paramètre qui prenait en compte l'intervalle entre les explosions, nous sommes amenés à constater qu'en contexte intersonorant, les consonnes sourdes produites par le groupe Broca se caractérisent par les durées des explosions plus élevées que celles du groupe contrôle dans la même catégorie de phonèmes. Cela indique que les sourdes produites par le groupe Broca sont tendues - et plus tendues que celles du groupe référence - dans un contexte qui pourtant facilite le relâchement. Nous observons un effet inverse dans le contexte V-C, où c'est le groupe contrôle qui produit les occlusives sourdes avec les explosions globalement plus longues que le groupe Broca. Dans les autres contextes, la sonorité cible prédit significativement la durée des explosions pour tous les groupes de sujets.

Par ailleurs, la durée du bruit fricatif varie en fonction de la sonorité en contexte initiale pour tous les sujets tandis que pour le contexte intersonorant uniquement pour le groupe Broca, un résultat qui semble congruent avec celui de la durée des explosions rapporté plus haut, indicatif du caractère plus tendu de la production de ces patients pour ce contexte. Pour le groupe Broca, la présence du bruit fricatif est sensible, à la différence des autres groupes de sujets, aux contraintes accentuels et de fréquence et montre une tendance à augmenter dans des contextes moins marqués : non-accentuée et moins fréquents.

Finalement, en ce qui concerne les paramètres « auxiliaires » de VTT et FTT, on observe d'abord que le VTT est affecté par la sonorité uniquement dans le groupe contrôle. Les consonnes sourdes se caractérisent par les durées plus longues du VTT que les sonores. Le pattern inverse est observé, cependant, pour le paramètre FTT dans le groupe Broca, où ses valeurs sont sensiblement différentes en fonction de la sonorité et prédisent les durées du FTT plus longues pour les sonores par rapport aux sourdes, tandis que l'effet de sonorité n'affecte pas ce paramètre pour les groupes contrôle et Conduction. Ceci dit, l'effet observé dépend de la fréquence lexicale.

Effets de fréquence

En ce qui concerne les effets de fréquence, il est d'abord intéressant de remarquer que l'effet de fréquence syllabique n'a quasiment pas été observé dans la production correcte des sujets. Si nous interprétons ce résultat dans la lumière du postulat de Levelt et Wheeldon sur le syllabaire, il suggère qu'en ce qui concerne la production correcte, les deux tâches cognitives différentes, à savoir l'implémentation des programmes articulatoires « tout prêts » pour les syllabes fréquentes ou la génération des syllabes depuis les segments pour les peu fréquentes – ne se manifeste pas dans la matière phonique et donc n'a pas été « enregistré » moyennant les paramètres temporels (tous les paramètres analysés sauf le nombre de barres d'explosions).

Concernant l'effet de la fréquence, les résultats des analyses acoustiques montrent que la fréquence lexicale - propre au niveau lexical, si on exploite les résultats depuis la perspective strictement sérielle – affecte néanmoins le détail phonétique. Les données indiquent que la majorité d'effets se trouvent dans les mots à fréquence 2 et se limitent au groupe aphasique et à la catégorie occlusives sonores. Globalement, le résultat de nos analyses indique que les valeurs du paramètre de VOT ainsi que la durée segmentale varient en fonction si la consonne (sonore) se trouve dans un mot fréquent ou pas. Cet effet n'affecte pas, par ailleurs, l'opposition de sonorité, exprimé en différence de valeurs (pour le VOT et la durée totale) entre les sourdes et sonores.

Pour le nombre de barres d'explosion et la durée des explosions les effets de fréquence lexicale ne sont pas observés.

Par ailleurs, un résultat intéressant est observable également pour les paramètres indicatifs du degré de la fermeture du conduit vocal pendant l'articulation de la consonne occlusive, le bruit fricatif et le FTT.

Le modèle prédit, d'un côté, peu de variabilité pour le bruit fricatif des consonnes sourdes indépendamment de la fréquence lexicale du mot dans lequel se trouve la consonne cible et indépendamment du groupe. De l'autre côté, pour les consonnes occlusives correctes sonores produites par le groupe Broca, les valeurs du paramètre dépendent de la fréquence lexicale : le bruit fricatif augmente, dans le contexte C-V, si elles sont placées dans les mots moins fréquents et diminue si elles sont placées dans les mots plus fréquents.

Effets de l'accent

Nous observons des effets de l'accent pour les consonnes sonores. L'effet a été observé pour les valeurs du VOT : un contexte initial, le groupe contrôle présente un VOT plus long pour les consonnes sonores accentuées par rapport aux sonores non-accentuées et en contexte C-V, le groupe Conduction présente le même pattern.

En ce qui concerne le groupe Broca, nous observons un effet de l'accent sur les valeurs du bruit fricatif : il augmente pour les consonnes sonores non-accentuées par rapport aux consonnes sonores accentuées.

Effets de tâche

L'effet de tâche a été observé uniquement pour le paramètre de VTT pour le groupe contrôle, indiquant que les valeurs de ce paramètre augmentent dans la tâche de lecture par rapport à la répétition et indique que pour le groupe contrôle. Il est pourtant à interpréter avec prudence étant donné que le nombre de cas pour les analyses de ce paramètre est trop limité.

Analyse des assourdissements

Introduction

L'objectif de ce chapitre consiste à déterminer si les productions incorrectes sont systématiquement différentes des productions correctes en dépit du fait que les deux ont été perçues par interlocuteur comme appartenant à la même catégorie.

L'objectif particulier consiste à examiner les erreurs associées au changement de sonorité. Nous avons vu dans le chapitre précédent que les erreurs d'assourdissement sont beaucoup plus nombreuses que les erreurs de sonorisations. Pour cette raison, les analyses rapportées ci-après se limiteront à ce type d'erreurs.

Hypothèses

En fonction de notre hypothèse de départ, les erreurs qui résultent d'une difficulté au niveau de sélection phonémique ne seront pas différentes – en termes acoustiques – des productions correctes, produites par le même sujet. Nous observerons les erreurs de sélection phonémique chez les patients aphasiques de conduction.

Par contre, les erreurs qui résultent d'un trouble au niveau postérieur, c.à.d. au niveau de la programmation articulatoire, seront différentes des productions correctes, produites par le même patient, et se caractériseront par l'existence de traces acoustiques indicatives d'une bonne sélection phonémique. Nous nous attendons, pour cette catégorie de sons, à ce que leur description acoustique s'approche acoustiquement des sons cible, en dépit de la classification de ces sons comme erreurs par l'interlocuteur. Nous trouverons ce type d'erreurs chez les patients de Broca.

Par ailleurs, la révision bibliographique a permis de repérer une difficulté particulière des patients aphasiques présentant un déficit de programmation motrice pour la coordination temporelle entre les articulateurs glottiques et supraglottiques, exprimé sur le plan acoustique par le VOT (délais d'établissement du voisement). Le VOT, correspondant à l'intervalle entre le relâchement de l'aire bloqué dans le conduit vocal pour la production d'une consonne et le début de la structure formantique de la voyelle subséquente, est considéré traditionnellement un indice majeur de la classification perceptive des occlusives sonores /sourdes (cf. chapitre 2 et 3), la difficulté de son implémentation articulatoire résultant en un grand nombre d'assourdissements dans la parole aphasique. Pourtant, des nombreux travaux soulignent la participation d'autres paramètres dans la perception du voisement (cf. chapitre 2). Les analyses rapportées dans le chapitre précédent, de la production de sujets contrôle ainsi que de la production correcte par des sujets aphasiques de la présente recherche – réaliser sur les données provenant du même protocole – va également dans le sens de ces conclusions et met en lumière le rôle d'autres événements acoustiques qui contribuent à la perception du voisement.

Sur la base de ces connaissances, nous avançons la troisième hypothèse selon laquelle le groupe de sujets présentant un déficit au niveau de la programmation, en l'absence du déficit de sélection phonémique (c.à.d. le groupe Broca), utilisera d'autres moyens que le VOT pour établir le contraste de sonorité.

Objectifs

En vue des hypothèses, notre objectif consiste à comparer les productions correctes aux erreurs, en termes de paramètres acoustiques qui contribuent à la perception de sonorité en espagnol.

Nous allons conduire des analyses de comparaisons pour tous les paramètres impliqués dans la perception du voisement : VOT, durée segmentale, le nombre de barres d'explosion, la durée de barres d'explosion.

Sélection de données

Afin de comparer les assourdissements en fonction de la sonorité cible, nous avons retenu pour ces analyses toutes les consonnes occlusives perçues comme sourdes, produites par les patients aphasiques.

Pour des raisons de cohérence avec les analyses sur les productions correctes rapportées dans le chapitre précédent, nous avons effectué des tests séparées pour chaque contexte phonique.

Il semble utile de rappeler que pour les analyses rapportées ci-après nous avons retenu les variables explicatives suivantes :

- Sonorité cible (qui classe la production entre les sourdes correctes et les productions assourdis),
- Pathologie (Broca et Conduction),
- Fréquence syllabique,
- Fréquence lexicale,
- Accent
- Tâche

Le résumé du modèle est présenté à la Figure 125.

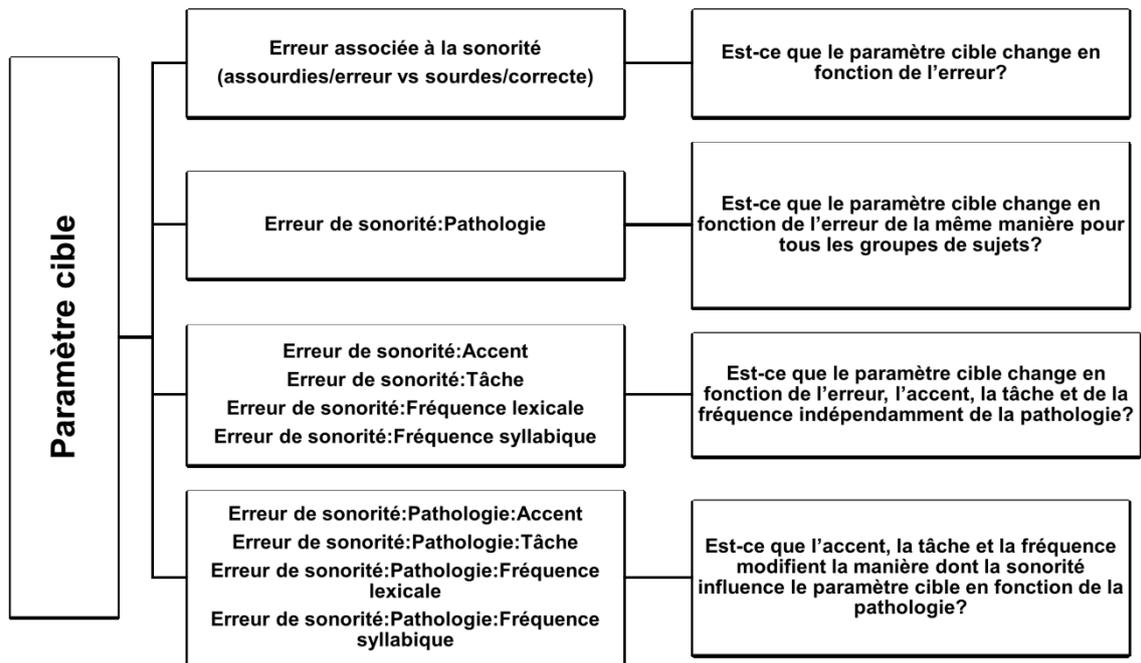


Figure 125. Schéma global du modèle pour les analyses acoustiques des assourdissements.

VOT

Hypothèses et objectifs

Nous tenons à préciser que pour les analyses du VOT présentées ci-après, nous avons inclus, en tant que variable explicative, le point d'articulation cible³⁵. Cette décision est motivée par deux raisons.

Sur le plan physiologique, le VOT dépend du point d'articulation (pour espagnol Castañeda Vicente, 1986; Poch, 1984, 1985, 1987).

Sur le plan cognitif, les consonnes coronales, qui s'articulent au niveau des dents et des alvéoles, jouissent d'un statut particulier par rapport aux consonnes articulées au niveau de lèvres ou du voile du palais (Anderson & Ewen, 1987; Archangeli, 1988; Chomsky & Halle, 1968; Clements, 1985; Kaye, Lowenstamm, & Vergnaud, 1985b entre autres, cf. Chapitre 1). En particulier, il a été postulé que les coronales manquent de spécification pour le nœud de place, contrairement aux consonnes vélares et labiales qui le comportent. Il est légitime de penser que l'absence de l'information sur le lieu d'articulation au niveau de la représentation mentale peut affecter les valeurs du VOT, corrélé avec le lieu d'articulation.

Le dernier point, les effets de fréquence (syllabique et lexicale) et les caractéristiques sous-phonémiques sont naturellement corrélés et la distinction des effets attribuables aux caractéristiques de phonèmes ou aux effets de fréquence peut poser un problème. Afin d'éviter la multicollinéarité, nous avons réalisé le test moyennant la fonction *vif* (package *car*), incluant toutes les variables explicatives considérées (y compris la fréquence lexicale, syllabique et le point d'articulation). Le résultat montre que les variables ne sont pas corrélées (GVIF<2).

Le schéma du modèle pour les analyses du VOT est donné à la Figure 126.

³⁵ Variable à 4 niveaux: 1=zone labiale; 2=zone dentale et alvéolaire ; 3=zone vélaire, 4=palatale. Pour les occlusives, uniquement 3 premières modalités sont considérés.

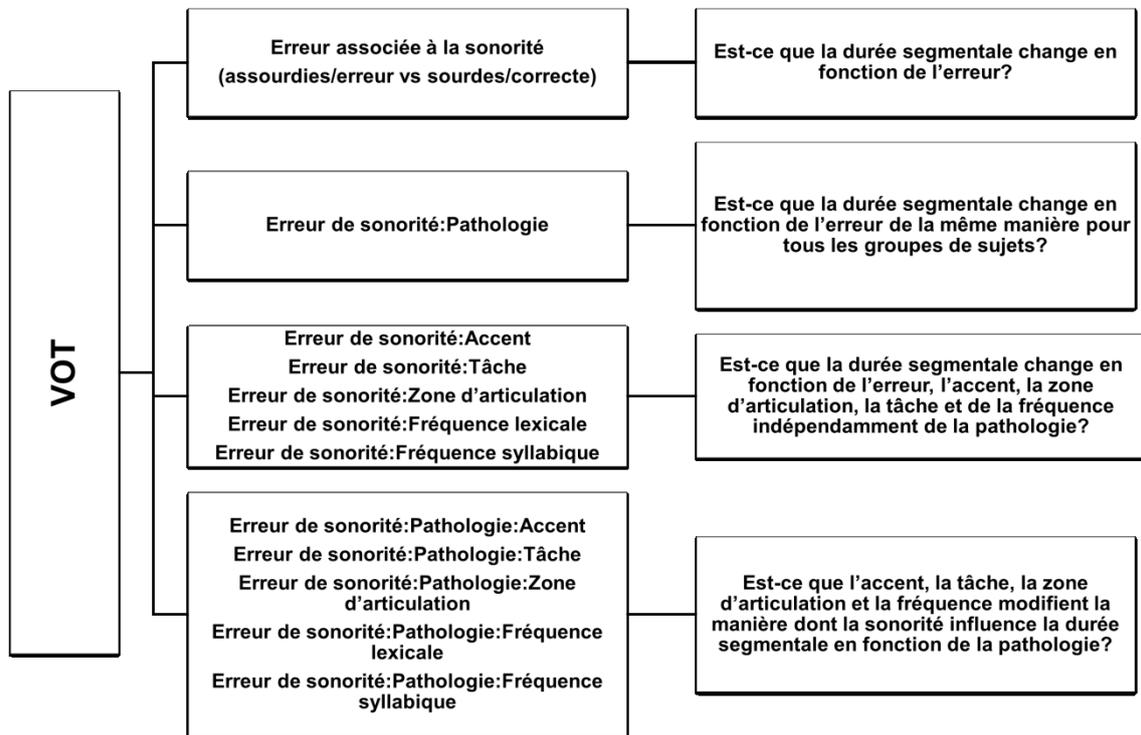


Figure 126. Schéma global du modèle pour les analyses acoustiques des effets significatifs sur le VOT pour les consonnes sourdes correctes et les assourdissements.

Contexte initial

En ce qui concerne le contexte initial, nous avons recensé 710 occlusives sourdes correctes et 210 assourdissements (les erreurs correspondent à 22.98% de la totalité des productions produites dans le contexte initial). Les erreurs représentent 31% de la totalité de la production chez le groupe Broca et 13% chez le groupe Conduction. Le Tableau 53 présente la distribution des cas selon la pathologie.

TABLEAU

Contexte	Assourdissements	Sourdes
Initial	210	711
<i>Broca</i>	150	324
<i>Conduction</i>	60	387
Total		921

TABLEAU 53 Nombre d'observations en contexte initial en fonction de la pathologie

Notre objectif pour les analyses rapportées ci-après consiste à déterminer si l'existence de l'erreur d'assourdissement influence significativement les valeurs du VOT et si cela est ainsi, quels autres facteurs y interviennent de manière significative.

Les analyses révèlent que l'erreur associée à la sonorité (sourdes/correctes vs assourdies/erreurs) influence significativement les valeurs du VOT en position initiale, indépendamment de la pathologie ($F(1,239.41)=14.57, p=.000$). Ce résultat suggère que les sujets distinguent globalement entre les occlusives sourdes et les assourdissements, pour ce contexte. Il est néanmoins à interpréter avec prudence à cause de l'implication de la variable de sonorité dans des interactions : avec le point d'articulation ($F(2,160.33)=1.08, p=.019$) et avec l'accent ($F(1,158.24)=5.78, p=.017$).

Par ailleurs, l'interaction entre la catégorie de sonorité et la pathologie n'est pas significative en dehors de ces interactions. Ce résultat indique que le fait de distinguer entre les erreurs et les correctes dépend du point d'articulation et de l'accent mais qu'il est indépendant de la pathologie, contrairement à notre hypothèse. Ceci étant, l'interaction triple entre la pathologie, la sonorité et l'accent modifie ce dernier résultat : en fonction de l'accent, l'interaction entre la pathologie et la catégorie de sonorité devient significative ($F(1,878.17)=9.87, p=.002$).

Les autres variables et les interactions pertinentes pour notre étude ne sont pas significatives. Les résultats du modèle final sont synthétisés dans le Tableau 54.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
PATHOL	3.341	1	7.23	NS
Lsonore	14.569	1	239.41	0.000
Laccent	0.972	1	158.75	NS
Lpointart	36.968	2	159.79	0.000
PATHOL:Lsonore	0.285	1	881.01	NS
Lsonore:Lpointart	4.076	2	160.33	0.019
Lsonore:Laccent	5.779	1	158.24	0.017
PATHOL:Lsonore:Laccent	9.871	1	878.17	0.002

TABLEAU 54 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante VOT pour les consonnes occlusives perçues sourdes en position initiale

Nous observons que globalement, les valeurs du VOT sont positifs tant pour les sourdes comme pour les assourdies mais diminuent en valeur absolue de 4.04ms pour les assourdies par rapport aux sourdes (M=10.11ms, SD=1.29ms vs M=14.14ms, SD=0.98ms, p=.002).

L'examen de l'interaction entre la sonorité et le point d'articulation (cf. la Figure 127), montre que la différence du VOT entre les sourdes et les sonores est limitée au pair de consonnes dentales *t/d* (M=5.79ms, SD=2.26ms vs M=14.00ms, SD=1.21ms, p=.000), tandis que les différences entre les consonnes articulées dans la zone des lèvres et du voile du palais en fonction de la sonorité ne sont pas significatives (p=.993 pour les bilabiales *p/b* et p=.186 pour les vélares *k/g*).

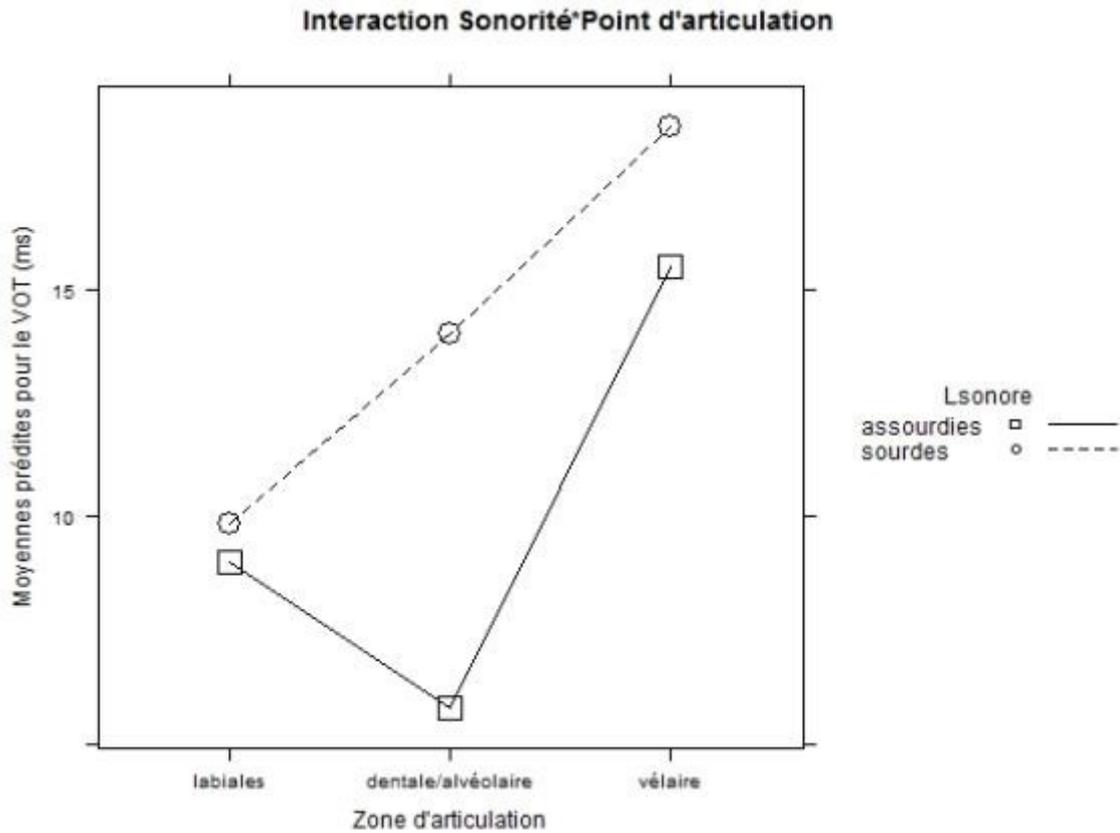


Figure 127. Effet de l'interaction entre la zone d'articulation et la sonorité cible sur la valeur moyenne du VOT prédit : les occlusives perçues sourdes en position initiale.

Par ailleurs, l'examen de l'interaction double entre l'erreur de sonorité et l'accent montre que les valeurs du VOT sont significativement différentes entre les consonnes assourdiées et les consonnes sourdes en position non-accentuée : ces valeurs diminuent de 6.26ms pour les assourdiées par rapport aux sourdes ($M=8.54\text{ms}$, $SD=1.48\text{ms}$ vs $M=14.80\text{ms}$, $SD=1.25\text{ms}$, $p=.000$). Le contraste entre les consonnes sourdes et assourdiées en syllabe accentuée n'est pas significatif ($p>.05$). Ce résultat est illustré dans la Figure 128.

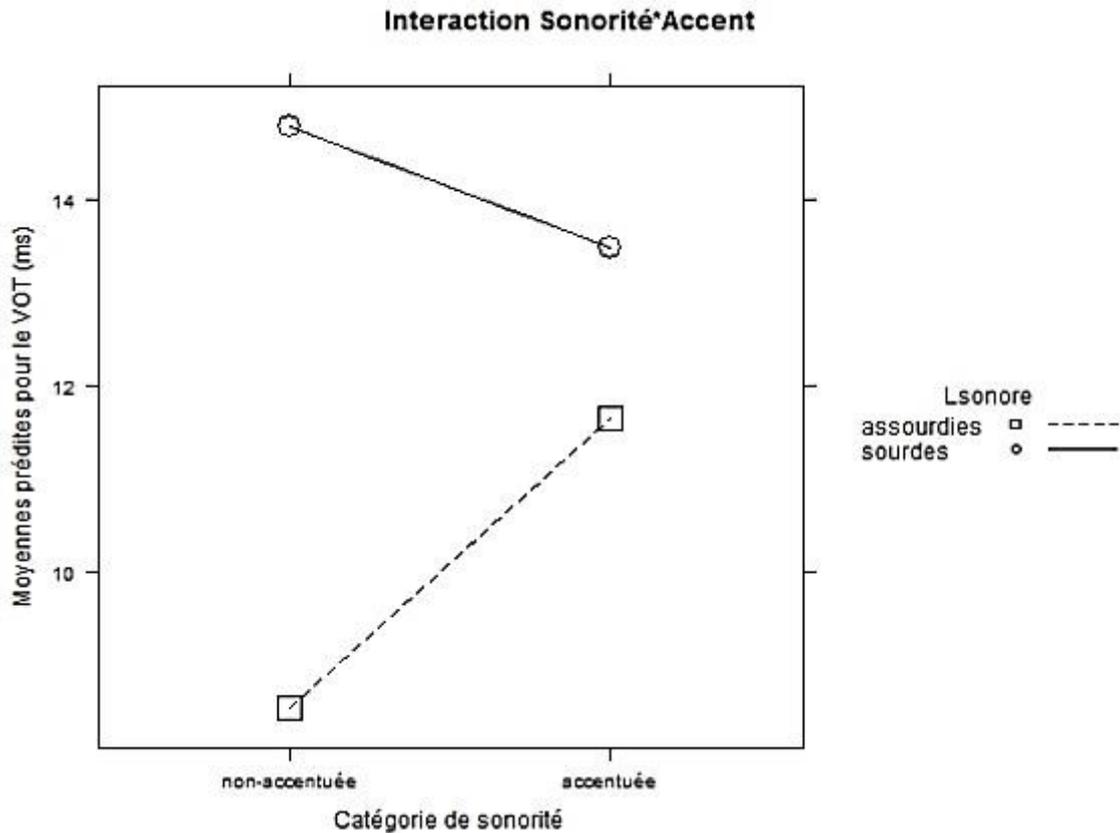


Figure 128. Effet de l'interaction entre l'accent et la sonorité cible sur la valeur moyenne du VOT prédit : les occlusives perçues sourde en position initiale.

Finalement, l'examen de l'interaction triple entre la pathologie, l'erreur de sonorité et l'accent, illustrée à la Figure 129, fait état de l'existence d'un contraste significatif entre les assourdies et les sourdes pour le groupe Broca en position non-accentuée. Dans ce contexte le VOT des assourdies produites par ce groupe de sujets diminue en valeur absolue de 8.45 ms. par rapport aux sourdes de manière significative ($M=8.95\text{ms}$, $SD=1.77\text{ms}$ vs $M=17.41\text{ms}$, $SD=1.57\text{ms}$, $p=.000$). Pour le groupe Conduction par contre, la différence, en syllabe non-accentuée, entre les sourdes et les assourdies n'est pas significative ($p=.468$).

En ce qui concerne la position accentuée, pour le groupe Broca, la différence entre les valeurs du VOT pour les consonnes assourdies et les sourdes (correctes) n'est pas significative ($p=.988$). Il en est de même pour le groupe Conduction ($p=.346$). Tous les autres contrastes pertinents pour notre étude ne sont pas significatifs.

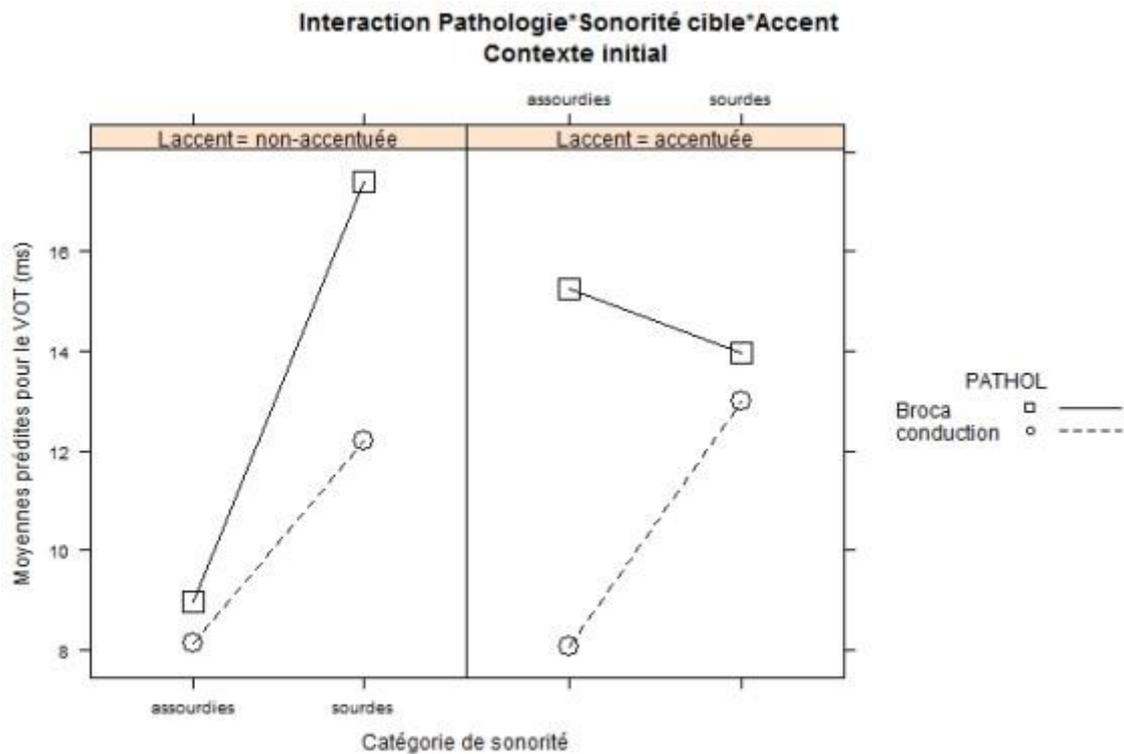


Figure 129. Effet de l'interaction entre l'accent, la pathologie et la sonorité cible sur la valeur moyenne du VOT prédit : les occlusives perçues sourdes en position initiale.

Contexte intersonorant

Nous avons relevé 323 productions correctes et 28 assourdissements (les erreurs correspondent à 7.9% de la totalité des productions dans ce contexte). Le Tableau 55 présente le nombre d'occurrences en fonction de la pathologie.

TABLEAU

Contexte	Assourdissements	Sourdes
Intersonorant	28	323
<i>Broca</i>	24	157
<i>Conduction</i>	4	166
Total		351

TABLEAU 55 Nombre d'observations en contexte initial en fonction de la pathologie.

En vue de de résultat, nous avons décidé d'effectuer les analyses uniquement pour le groupe Broca.

Le résultat montre que pour ce groupe de sujets aucune des variables et des interactions pertinentes pour l'étude n'est pas significative.

Contexte C-V

Dans le contexte C-V, sur la totalité de 340 cas d’occlusives perçues sourdes, nous observons 296 productions correctes (sourdes correctes) et 44 assourdissements. Les erreurs correspondent donc à 13% de la totalité des productions dans ce contexte. Le Tableau 56 présente la distribution des observations en fonction de la pathologie.

TABLEAU

Contexte	Assourdissements	Sourdes
C-V	44	296
<i>Broca</i>	32	145
<i>Conduction</i>	12	151
Total		340

TABLEAU 56 Nombre d’observations en contexte initial en fonction de la pathologie

Pour les présentes analyses, nous n’avons pas retenu les variables de fréquence (lexicale et syllabique) en raison du nombre d’observations trop limité pour certaines des niveaux de ces variables. Ainsi, nous avons incluse dans le modèle uniquement les variables suivantes: la pathologie, l’erreur de sonorité, le point d’articulation, l’accent et la tâche.

Les analyses mettent en évidence qu’en cette position, les valeurs du VOT ne sont pas influencées par la catégorie de sonorité, c.à.d. il n’y a pas de différence significative entre les valeurs des sourdes et des assourdiés. L’interaction entre la pathologie et la sonorité n’est pas significative non plus.

L’analyse révèle pourtant que les valeurs du VOT dépendent de l’interaction entre la sonorité et l’accent ($F(1,324.87)=104.83, p=.001$) et que cette interaction change, finalement, en fonction de la pathologie ($F(1,325,01)=92.59, p=.002$). Les résultats du modèle final sont présentés dans le Tableau 57.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
PATHOL	0.6045	1	10.19	NS
Lsonore	0.3258	1	326.83	NS
Lpointart	188.740	2	325.04	0.000
Laccent	43.008	1	324.74	0.039
PATHOL:Lsonore	0.5275	1	326.75	NS
PATHOL:Laccent	142.537	1	324.86	0.000
Lsonore:Laccent	104.829	1	324.87	0.001
PATHOL:Lsonore:Laccent	92.592	1	325.01	0.002

TABLEAU 57 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante VOT pour les consonnes occlusives perçues sourdes en position C-V.

L’examen de l’interaction entre l’erreur de sonorité et l’accent, illustrée à la Figure 130, montre que les valeurs du VOT des consonnes assourdiées diminuent par rapport aux sourdes de manière significative en position accentuée ($M=6.56ms, SD=2.76ms$ vs $M=17.26ms, SD=3.35ms, p=.029$),

tandis qu'elles augmentent par rapport aux sourdes en position non-accentuée ($M=6.58\text{ms}$, $SD=2.76\text{ms}$ vs $M=14.26\text{ms}$, $SD=1.59\text{ms}$, $p=.015$). Les autres contrastes ne sont pas significatifs.

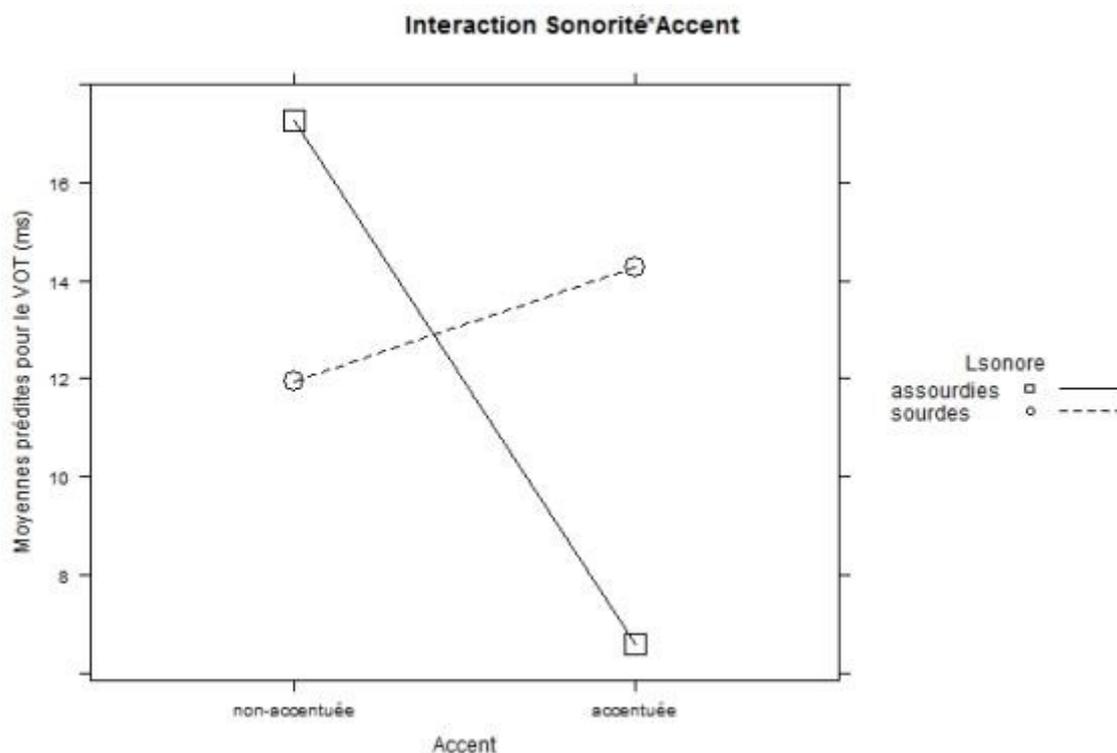


Figure 130. Effet de l'interaction entre l'accent et la sonorité cible sur la valeur moyenne du VOT prédit : les occlusives perçues sourdes en position C-V.

Néanmoins, l'examen de l'interaction triple en fonction de la pathologie triple montre que le contraste est significatif en contexte accentuée uniquement pour le groupe Conduction. Pour ce groupe de sujets, les valeurs du VOT diminuent pour les consonnes assourdis de 12.28ms par rapport aux sourdes ($M=-0.82\text{ms}$, $SD=4.21\text{ms}$ vs $M=11.46\text{ms}$, $SD=2.24\text{ms}$, $p=.044$). Les autres contrastes pertinents pour cette étude ne sont pas significatifs.

L'interaction est illustrée à la Figure 131.

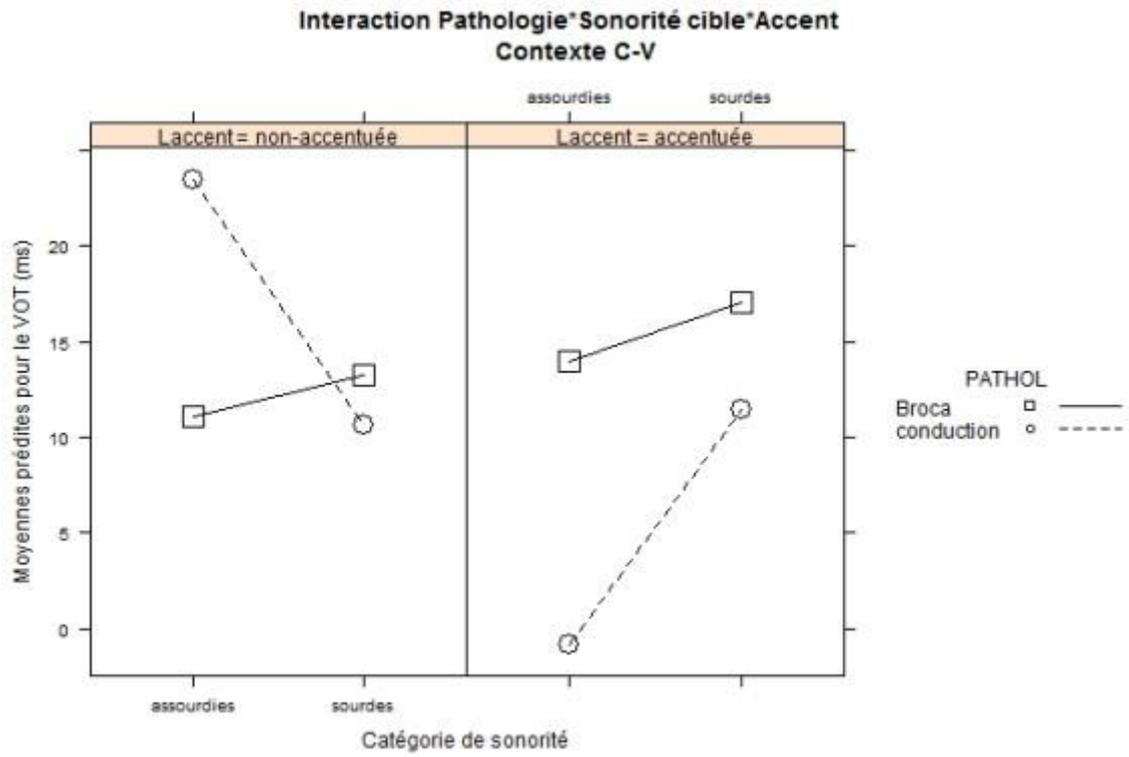


Figure 131. Effet de l'interaction entre l'accent, la pathologie et la sonorité cible sur la valeur moyenne du VOT prédit : les occlusives perçues sourdes en position C-V.

Contexte V-C

En ce qui concerne le contexte V-C, nous trouvons 21 cas d'assourdissements vs 93 cas de sourdes correctes sur la totalité de 114 cas. Les erreurs correspondent donc à 18.42% de la totalité de la production dans ce contexte. La distribution de données en fonction de la pathologie est présentée dans le Tableau 58.

Contexte	Assourdissements	Sourdes
V-C	21	93
<i>Broca</i>	3	34
<i>Conduction</i>	18	59
Total		114

TABLEAU 58 Nombre d'observations en contexte initial en fonction de la pathologie

En raison du nombre de cas pour le groupe Broca, nous nous limiterons dans les présentes analyses au groupe Conduction. Par ailleurs, nous excluons de ces analyses les variables de tâche, fréquence lexicale et fréquence syllabique, étant donné les données manquantes pour certains de niveaux de ces variables.

Pour le contexte V-C, pour le groupe Conduction, nous observons un effet de l'erreur de sonorité ($F(1,73)=9.48$, $p=.003$) ainsi que l'effet de l'interaction entre la sonorité et l'accent ($F(1,73)=14.53$, $p=.000$). Les effets significatifs du modèle sont présentés dans le Tableau 59.

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
Lsonore	9.484	1	73	0.003
Laccent	13.487	1	73	0.000
Lsonore:Laccent	14.534	1	73	0.000

TABLEAU 59 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante VOT pour les consonnes occlusives perçues sourdes en position V-C.

Le groupe Conduction distingue entre les consonnes assourdies et les sourdes correctes moyennant le VOT : les erreurs présentent un VOT 10.86ms plus court que les consonnes sourdes correctes ($M=-9.77$ ms, $SD=3.91$ ms vs $M=1.09$ ms, $SD=1.50$ ms, $p=.016$).

L'examen de l'interaction avec l'accent, illustrée à la Figure 132, montre qu'en position accentuée, les valeurs du VOT des assourdies sont plus courts 24.31ms par rapport aux sourdes ($M=-22.97$ ms, $SD=6.38$ ms vs $M=1.34$ ms, $SD=2.21$ ms, $p=.005$).

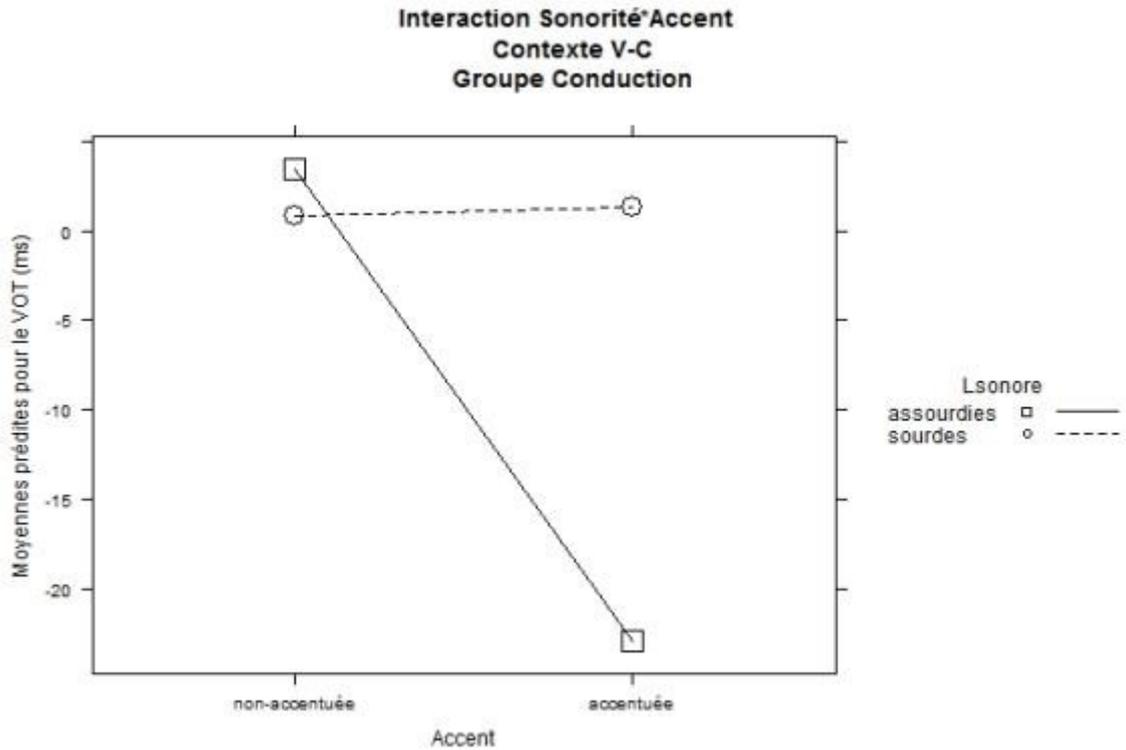


Figure 132. Effet de l'interaction entre l'accent et l'erreur de sonorité cible sur la valeur moyenne du VOT prédit : les occlusives perçues sourdes en position V-C pour le groupe Conduction.

Synthèse intermédiaire

En somme, en ce qui concerne la position initiale, les consonnes assourdiés présentent des valeurs du VOT significativement plus courts, en valeur absolue, que les consonnes sourdes correctes...

- Uniquement pour les consonnes articulées dans la zone dentale/ alvéolaire.
- Uniquement pour la position non-accentuée pour le groupe Broca.

Les effets significatifs sont illustrés de manière schématique à la Figure 133.

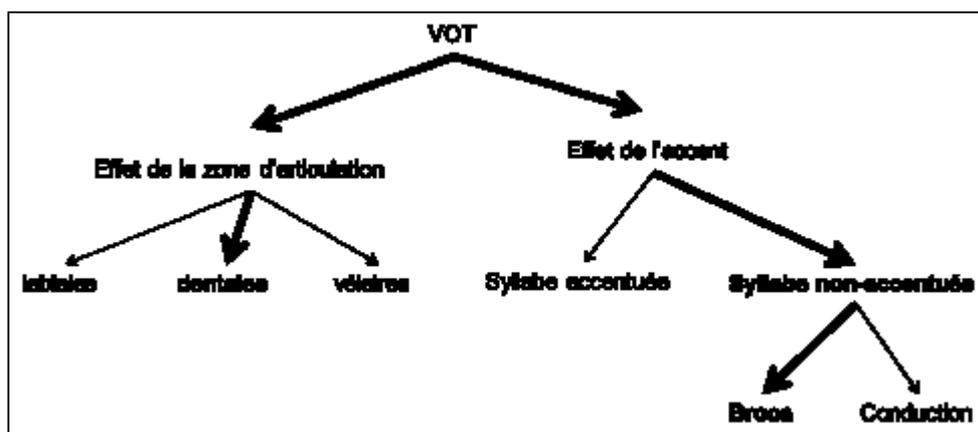


Figure 133. Résumé des effets significatifs de l'analyse comparative du VOT pour les assourdissements et les occlusives sourdes correctes.

La Figure 134 illustre la comparaison entre les consonnes assourdies, les consonnes sourdes (correctes), produites par les sujets aphasiques et les consonnes sonores (correctes), produites par tous les sujets. Ce graphique fait voir que le VOT des consonnes assourdies est non seulement inférieur à celui des consonnes sourdes correctes mais il est en plus influencé par le point d'articulation, à l'instar des consonnes sonores correctes (ligne verte), un indice qui pourrait indiquer l'origine de ces erreurs au niveau de la programmation articulation plutôt qu'au niveau de la sélection phonémique.

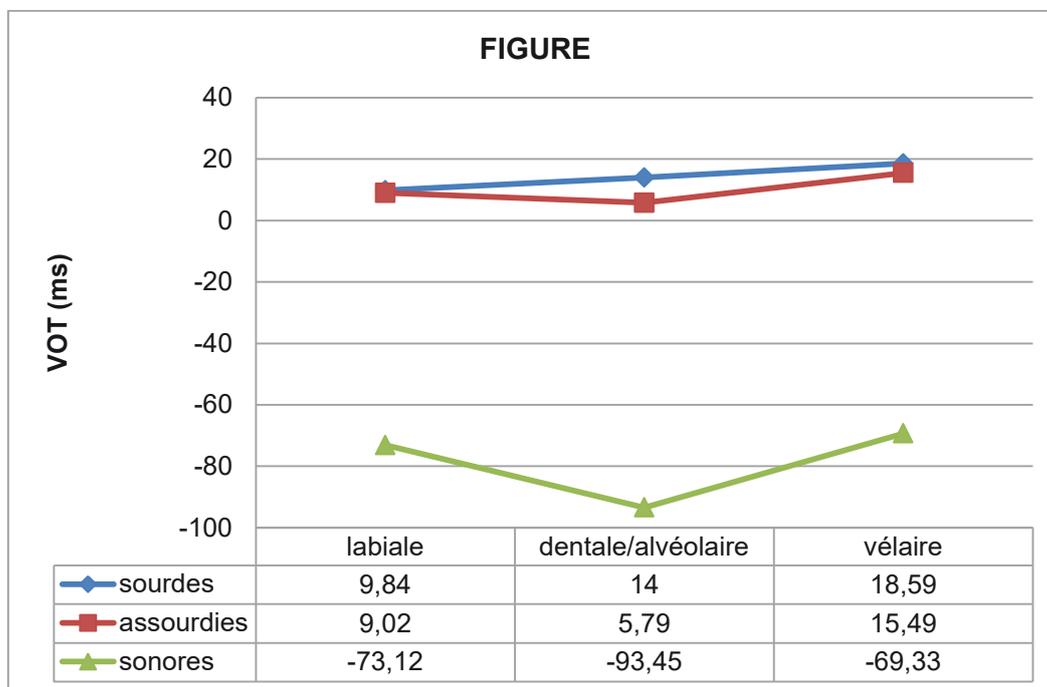


Figure 134. Comparaisons des valeurs du VOT prédites pour les 3 groupes de consonnes : sourdes correctes (produites par les sujets aphasiques), sonores correctes (produites par tous les groupes de sujets) et assourdies (produites par les sujets aphasiques).

Par ailleurs, nous constatons que l'influence de l'erreur est soumise à l'effet de l'accent qu'on observe tant dans le groupe Broca que dans le groupe Conduction, bien qu'en contextes différents. Ainsi, en position initiale, où le nombre d'erreurs est le plus significatif, les occlusives (dentales) assourdies présentent un VOT significativement plus court que les sourdes uniquement pour les syllabes non-accentuées. Cet effet n'est pas observé dans ce contexte chez le groupe Conduction.

Par contre, dans les contextes C-V et V-C, un effet qui va dans le sens opposé est observé chez le groupe Conduction, étant un même temps absent dans le groupe Broca. Pour ce groupe de patients, les consonnes assourdies présentent dans ces contextes un VOT plus court uniquement en position accentuée.

Durée segmentale

Hypothèses et objectifs

L'objectif des analyses rapportées ci-après est de déterminer si les sujets aphasiques distinguent entre les productions correctes et incorrectes en termes de durée segmentale. Nous souhaitons voir si la catégorie de sonorité (sourdes vs assourdiées) a un effet sur les valeurs de ce paramètre et si cet effet est modifié par d'autres variables : la pathologie, l'accent ou la fréquence (lexicale et syllabique).

Pour les analyses de la durée segmentale, nous avons recensé 76 assourdissements et 676 occlusives sourdes correctes. Les erreurs correspondent donc à 10.10% de la totalité de la production (dans ce contexte). Le nombre de cas pour chaque contexte possible en fonction de la pathologie est donné dans le Tableau 60.

Contexte	Assourdiées	Sourdes
Intersonorant	19	346
<i>Broca</i>	16	169
<i>Conduction</i>	3	177
C-V	51	298
<i>Broca</i>	41	147
<i>Conduction</i>	10	142
V-C	6	41
<i>Broca</i>	4	22
<i>Conduction</i>	2	19
Total	76	676

TABLEAU 60 Nombre d'observations en contexte initial en fonction de la pathologie

Etant donné les effectifs pour chaque catégorie, nous sommes devant un choix entre deux alternatives : soit effectuer les analyses pour chaque contexte, là où c'est possible, soit collapser la variable contexte, à condition que l'interaction entre le contexte et la catégorie de sonorité n'ait pas d'effet sur la variable réponse. Afin de le tester, nous avons réalisé un modèle mixte à effets aléatoires (sujet et item) avec l'interaction entre le contexte et la sonorité (y compris les effets principaux de la sonorité et du contexte) comme facteurs fixes et la durée segmentale comme variable réponse. Le résultat de ce modèle montre que l'interaction entre le contexte (intersonorant, C-V et V-C) et la sonorité n'a pas d'effet sur les valeurs de la durée segmentale ($F(2,303.87)=0.17$, $p=.845$), les effets simples du contexte et de la sonorité n'étant pas significatifs.

En vue de ce résultat, nous avons décidé d'effectuer une seule analyse, sans prendre en compte la variabilité due au contexte phonique (pas significative).

Le modèle global pour l'analyse comparative de la durée segmentale entre les erreurs et les sourdes correctes est présenté à la Figure 135.

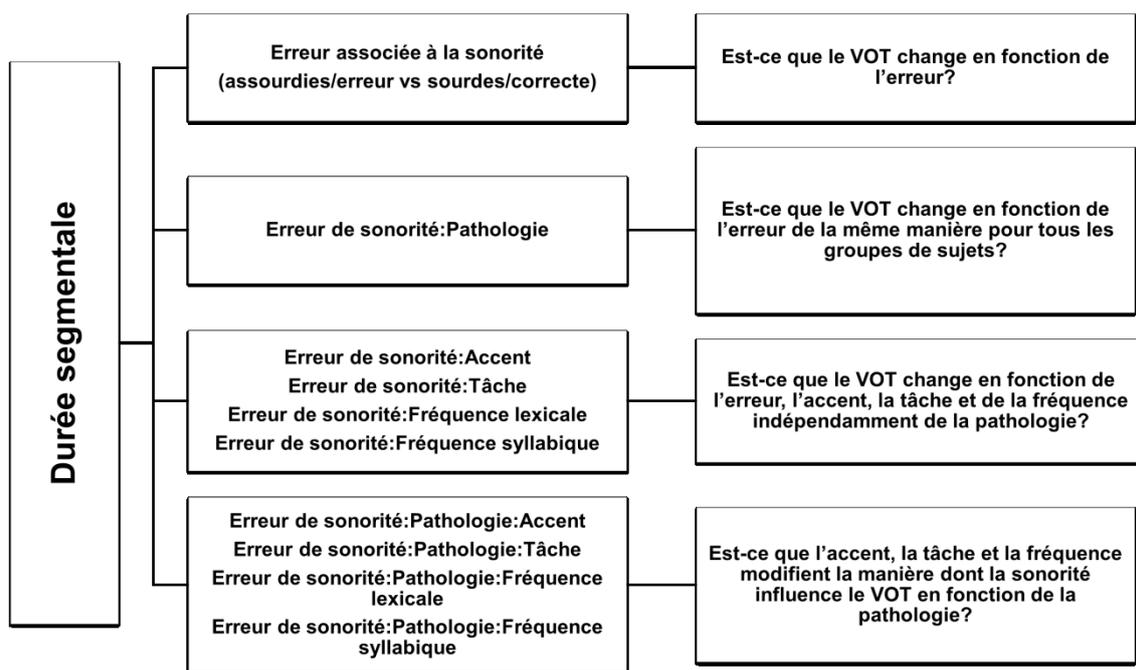


Figure 135. Schéma global du modèle pour les analyses acoustiques des effets significatifs sur la durée segmentale pour les consonnes sourdes correctes et les assourdissements.

Analyses (tous les contextes confondus)

Pour les analyses rapportées ci-après, nous avons inclus la sonorité, la pathologie, la tâche, l'accent et la fréquence (lexicale et syllabique) comme facteurs fixes. Le résultat de ces analyses montre qu'aucun effet n'est significatif.

Synthèse intermédiaire

Les analyses du paramètre de la durée segmentale indiquent que globalement, les sujets aphasiques ne distinguent pas entre les erreurs et les sourdes correctes en termes de la durée segmentale.

Nombre de barres d'explosion

Hypothèses et objectifs

L'objectif des analyses présentées ci-après est de déterminer si les valeurs du paramètre de nombre de barres d'explosion changent en fonction de la catégorie de sonorité : assourdiés vs sourdes.

Nous avons recensé 289 assourdissements et 1549 sourdes au total, dans tous les contextes. Sur la totalité de la production, les erreurs correspondent à 15.72% (cf. le Tableau 61 pour la distribution en fonction de la pathologie et du contexte).

TABLEAU

Contexte	Assourdies	Sourdes
Initial	205	737
<i>Broca</i>	146	331
<i>Conduction</i>	59	406
Intersonorant	21	361
<i>Broca</i>	17	174
<i>Conduction</i>	4	187
C-V	54	342
<i>Broca</i>	42	170
<i>Conduction</i>	12	172
V-C	9	109
<i>Broca</i>	4	46
<i>Conduction</i>	5	63
Total	289	1549

TABLEAU 61 Nombre d'observations en contexte initial en fonction de la pathologie.

Afin de déterminer si nous devons effectuer des analyses séparés pour chaque contexte, nous avons testé l'effet de l'interaction entre le contexte et la catégorie de sonorité (assourdies vs sourdes) moyennant un modèle mixte à effets aléatoires (sujets et items). Le résultat de cette analyses met en évidence que l'interaction entre la sonorité et le contexte n'est pas significative ($p=.419$). Etant donné de résultat, nous avons construit un modèle pour tous les contextes. Il est représenté schématiquement à la Figure 136.

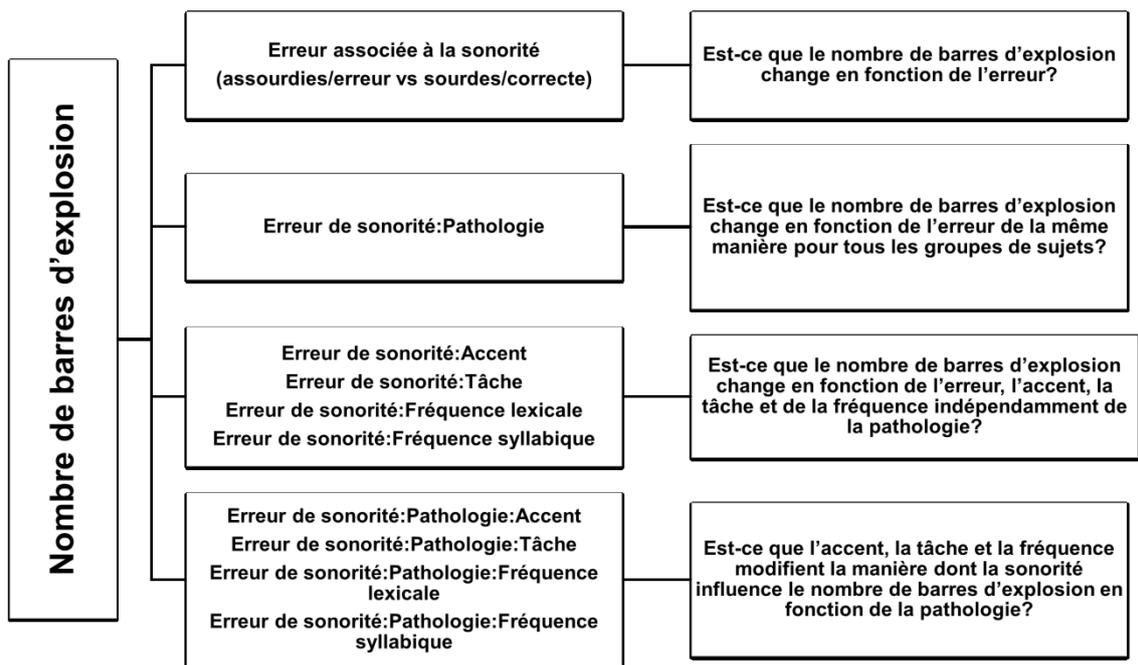


Figure 136. Schéma global du modèle pour les analyses acoustiques des effets significatifs sur le nombre de barres d'explosion pour les consonnes sourdes correctes et les assourdissements.

Analyses (tous les contextes confondus)

Pour les analyses présentées ci-après nous avons inclus la sonorité, la pathologie, la tâche, l'accent et la fréquence (lexicale et syllabique) comme facteurs fixes.

Les analyses montrent que l'erreur associée à la sonorité a un effet sur le nombre de barres d'explosion indépendamment de la pathologie ($F(1,428.25)=8.85$, $p=.003$). En effet, l'interaction entre la pathologie et la sonorité n'est pas significative. Néanmoins, on observe l'effet (significatif) de l'interaction triple de la pathologie, la sonorité et de la fréquence syllabique ($F(3,1686.49)=2.68$, $p=.046$) et de la pathologie, la sonorité et de la tâche ($F(1,1661.80)=5.95$, $p=.015$). Les autres effets, pertinents pour cette étude, ne sont pas significatifs. Les résultats du modèle final sont présentés dans le Tableau 62.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
Lsonore	8.855	1	428.25	0.003
PATHOL	0.063	1	7.21	NS
Fsyll	8.857	3	318.91	0.000
Tache	0.735	1	1684.33	NS
Lsonore:PATHOL	0.019	1	1685.80	NS
Lsonore:Fsyll	0.309	3	321.69	NS
Lsonore:Tache	1.379	1	1684.33	NS
Lsonore:PATHOL:Fsyll	2.676	3	1686.49	0.046
Lsonore:PATHOL:Tache	5.947	1	1661.80	0.015

TABLEAU 62 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante nombre de barres d'explosion pour les consonnes occlusives perçues sourdes tous les contextes confondus

On observe que globalement les assourdiées présentent un nombre de barres d'explosion inférieur de 0.12 (barre) par rapport aux consonnes sourdes ($M=2.03$ ms $SD=1.17$ vs $M=2.39$, $SD=1.15$, $p=.003$). Cet effet est illustré à la Figure 137.

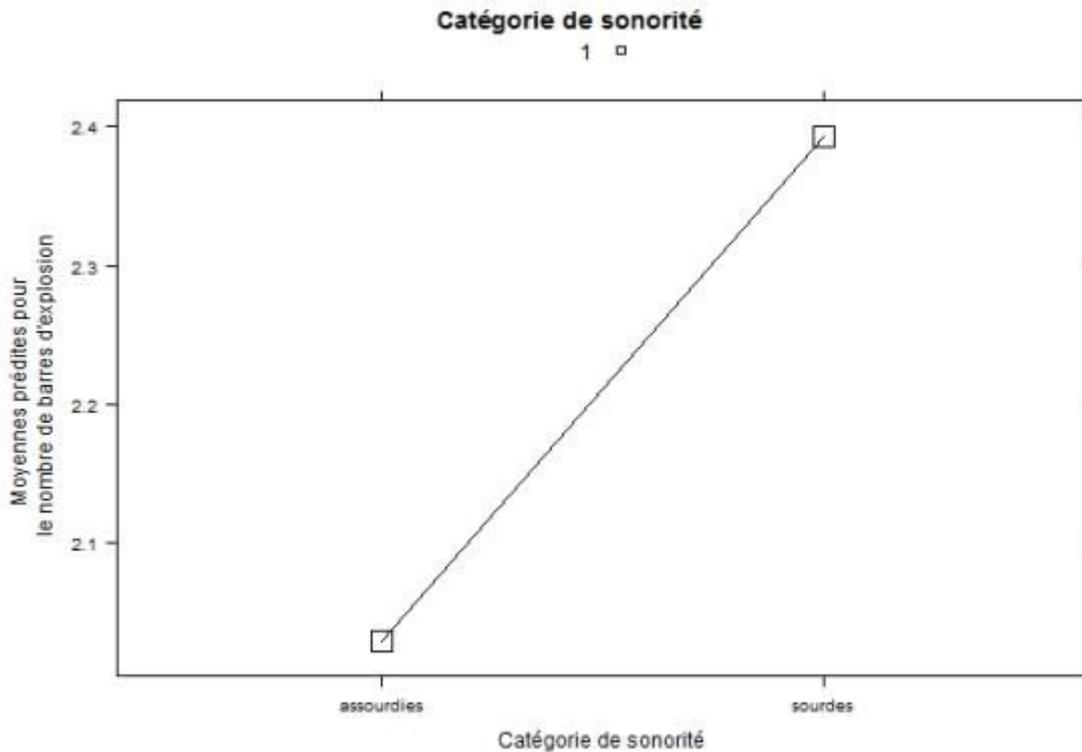


Figure 137. Effet de la sonorité cible sur le nombre de barres d'explosions prédit : les occlusives perçues sourdes tous les contextes confondus.

Nous constatons ensuite que ce résultat ne dépend pas de la pathologie, puisque l'interaction entre la pathologie et la sonorité n'est pas significative.

Néanmoins, les valeurs du nombre de barres d'explosion deviennent significativement différentes en fonction de la pathologie si on considère la variable de fréquence syllabique et de tâche (interactions triples).

L'examen de l'interaction entre la pathologie, la sonorité et la fréquence syllabique, bien que globalement significatif montre que aucun de contrastes n'est pas significatif.

En ce qui concerne l'interaction triple avec la tâche (cf. Figure 138), nous observons une tendance à la signification dans deux modalités. D'abord, le nombre de barres diminue de 0.67 pour les assourdis par rapport aux sourdes pour le groupe conduction en lecture ($M=1.83$, $SD=0.29$, vs $M=2.50$, $SD=0.20$, $p=.064$). Ensuite, le nombre de barres diminue de 0.45 pour les assourdis par rapport aux sourdes pour le groupe Broca dans la tâche de répétition ($M=1.94$, $SD=0.23$ vs $M=2.39$, $SD=0.20$, $p=.067$). Tous les autres contrastes pertinent pour cette étude ne sont pas significatifs ni montrent la tendance à la signification.

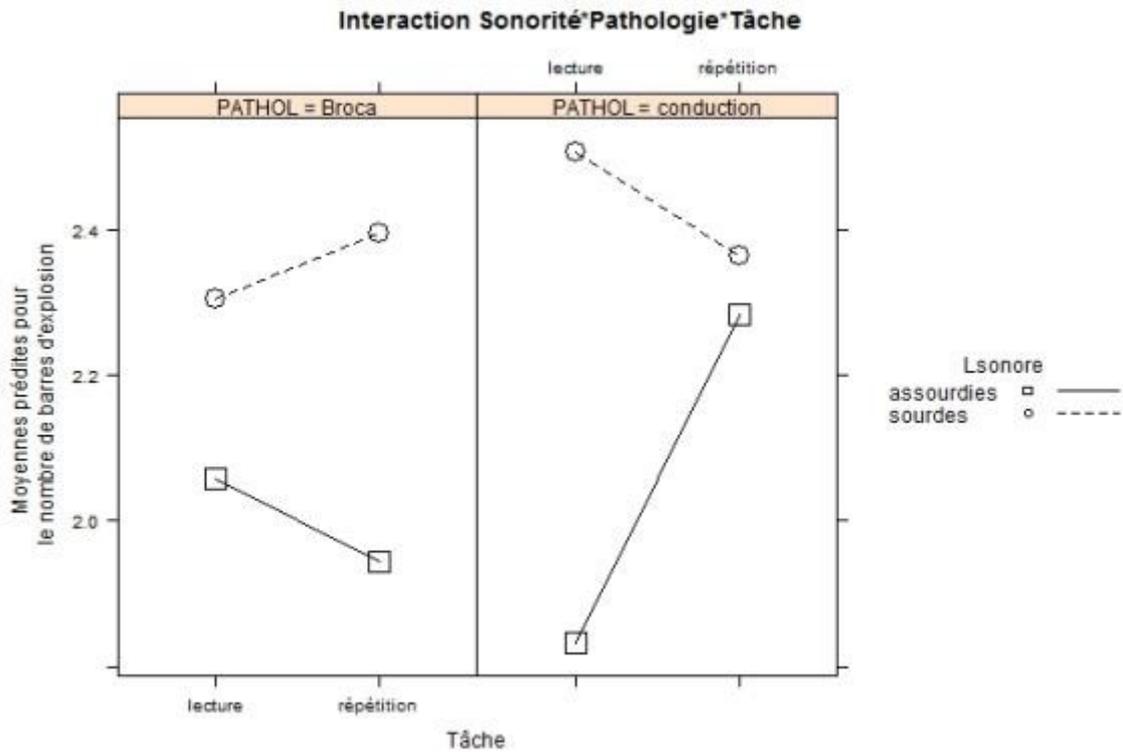


Figure 138. Effet de l'interaction entre la tâche, la pathologie et la sonorité cible sur le nombre de barres d'explosions prédit : les occlusives perçues sourdes tous les contextes confondus.

Synthèse intermédiaire

Les résultats des analyses des effets des variables explicatives sur le nombre de barres d'explosion montre que les consonnes assourdiées se différencient des consonnes sourdes en fonction de la tâche de manière différente pour les deux pathologies. Ainsi, pour le groupe Broca les assourdiées présentent un nombre de barres d'explosions inférieurs par rapport aux sourdes dans la tâche de répétition tandis que pour le groupe Conduction cet effet existe uniquement dans la tâche de lecture.

Durée de barres d'explosion

Hypothèses et objectifs

Le nombre de cas recensé est le même que celui rapporté pour le paramètre précédent (le nombre de barres d'explosion). Nous copions ci-dessous le Tableau 63 synthétisant le nombre d'occurrences en fonction de la pathologie et du contexte.

TABLEAU		
Contexte	Assourdies	Sourdes
Initial	205	737
<i>Broca</i>	146	331
<i>Conduction</i>	59	406
Intersonorant	21	361
<i>Broca</i>	17	174
<i>Conduction</i>	4	187
C-V	54	342
<i>Broca</i>	42	170
<i>Conduction</i>	12	172
V-C	9	109
<i>Broca</i>	4	46
<i>Conduction</i>	5	63
Total	289	1549

TABLEAU 63 Nombre d'observations en contexte initial en fonction de la pathologie.

Pareil que pour le paramètre de nombre de barres d'explosion, nous avons testé d'abord l'effet de l'interaction entre le contexte et la catégorie de sonorité (assourdies vs sourdes) moyennant un modèle mixte à effets aléatoires (sujet et item). Le résultat de cette analyses met en évidence que l'interaction entre la sonorité et le contexte n'est pas significative ($p=.494$). Etant donné de résultat, nous avons construit un modèle pour tous les contextes. Il est représenté schématiquement dans la Figure 139.

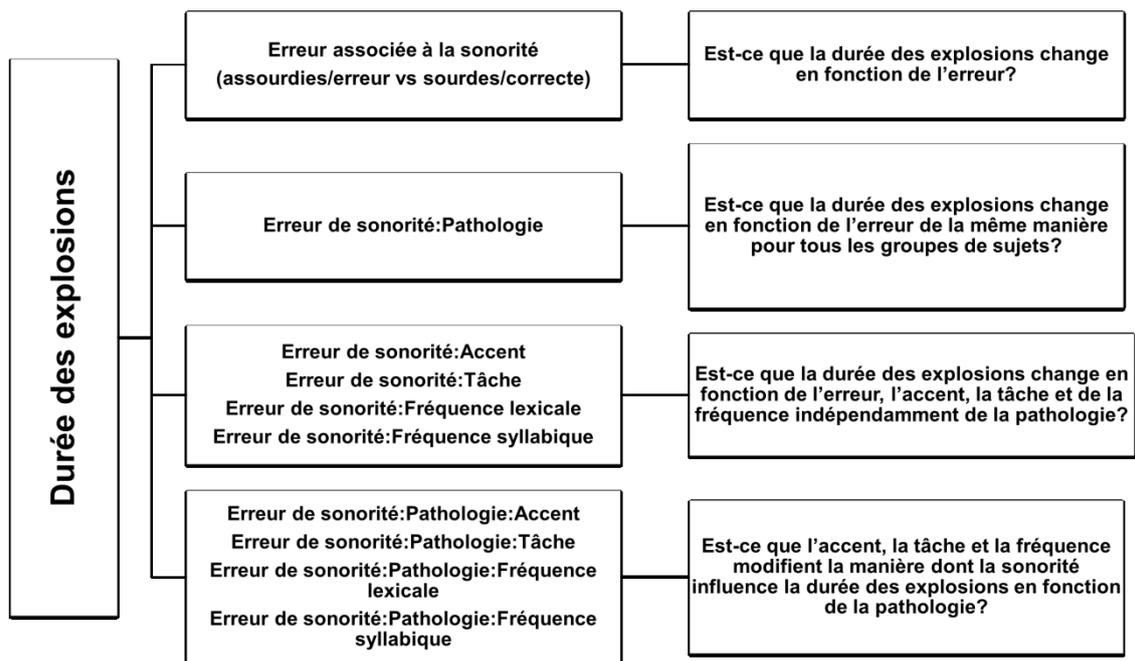


Figure 139. Schéma global du modèle pour les analyses acoustiques des effets significatifs sur la durée des explosions pour les consonnes sourdes correctes et les assourdissements.

Analyses (tous les contextes confondus)

Pour les présentes analyses, nous avons pris en compte les variables explicatives suivantes : la sonorité, la pathologie, la tâche, l'accent, le point d'articulation et la fréquence (lexicale et syllabique).

Les analyses mettent en lumière que les valeurs de la durée des explosions ne sont pas influencées significativement par l'erreur associée à la sonorité (catégorie de sonorité). Cela indique que globalement, en ce qui concerne ce paramètre, les patients aphasiques ne distinguent pas entre les assourdis et les sourdes.

L'interaction entre la pathologie et la sonorité n'est pas significative non plus. Cela indique que globalement, le résultat antérieur ne change pas en fonction du groupe.

Cependant, l'interaction entre la pathologie et la sonorité devient significative en fonction de la fréquence lexicale ($F(3,1688.07)=4.09$, $p=.007$) et de la fréquence syllabique ($F(3,1680.62)=4.85$, $p=.002$).

Les résultats du modèle final sont présentés dans le Tableau 64.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
Lsonore	1.099	1	406.82	NS
PATHOL	1.172	1	9.73	NS
Fsyll	1.269	3	294.89	NS
Lpointart	91.932	2	112.83	0.000
Flex	0.208	3	256.46	NS
Lsonore:PATHOL	0.211	1	1672.88	NS
Lsonore:Fsyll	1.083	3	296.39	NS
Lsonore:Flex	0.651	3	258.53	NS
Lsonore:PATHOL:Fsyll	4.855	3	1680.62	0.002
Lsonore:PATHOL:Flex	4.089	3	1688.07	0.007

TABLEAU 64 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante durée des explosions pour les consonnes occlusives perçues sourdes tous les contextes confondus.

L'examen de l'interaction entre la sonorité, la pathologie et la fréquence syllabique permet de conclure que bien que significative globalement, aucun des contrastes de l'interaction triple n'est pas significatif.

Il en est de même pour l'interaction triple entre la pathologie, la sonorité et la fréquence lexicale.

Synthèse intermédiaire

Les analyses montrent que l'erreur et aucune autre variable n'affectent pas les valeurs de la durée des explosions.

Durée du bruit fricatif

Hypothèses et objectifs

L'objectif des analyses rapportées ci-après consiste à déterminer l'effet de l'erreur associées à la sonorité (assourdies vs sourdes) sur les valeurs de la durée de friction, en tant qu'effet principal et en fonction de la pathologie.

Le nombre de cas recensé est le même que celui rapporté pour le paramètre précédent (le nombre de barres d'explosion). Nous copions ci-dessous le Tableau 65 synthétisant le nombre d'occurrences en fonction de la pathologie et du contexte.

Contexte	Assourdies	Sourdes
Initial	205	737
<i>Broca</i>	146	331
<i>Conduction</i>	59	406
Intersonorant	21	361
<i>Broca</i>	17	174
<i>Conduction</i>	4	187
C-V	54	342
<i>Broca</i>	42	170
<i>Conduction</i>	12	172
V-C	9	109
<i>Broca</i>	4	46
<i>Conduction</i>	5	63
Total	289	1549

TABLEAU 65 Nombre d'observations en contexte initial en fonction de la pathologie

Pareil que pour le paramètre de nombre de barres d'explosion, nous avons testé d'abord l'effet de l'interaction entre le contexte et la catégorie de sonorité (assourdies vs sourdes) moyennant un modèle mixte à effets aléatoires (sujet et item).

Le résultat de cette analyses met en évidence l'effet significatif de l'interaction entre la sonorité et le contexte ($F(3,1696)=22.33, p=.000$) (cf. Figure 141). Nous observons également les effets simples de la sonorité ($F(1,1494.7)=135.19, p=.000$) et du contexte ($F(3,1657.5)=35.26, p=.000$).

Les analyses *post hoc* permettent d'identifier en premier lieu des contrastes significatifs pour les différents contextes de la catégorie assourdies (erreur) tandis que les valeurs de friction ne sont pas significatives en fonction du contexte pour les sourdes (correctes) (initiale $M=13.98, SD=2.02$ vs intersonorant $M=32.84ms, SD=5.41ms, p=.022$; initiale $M=13.98ms, SD=2.02ms$ vs V-C $M=73.6ms, SD=5.85ms, p=.001$; initiale $M=13.98ms, SD=2.02ms$ vs C-V $M=12.50ms, SD=4.29ms, p=.000$, intersonorant $M=32.84ms, SD=5.41ms$ vs V-C $M=73.61ms, SD=5.85ms, p=.000$).

En outre, nous observons que les valeurs du paramètre étudié augmentent significativement pour les assourdies par rapport aux sourdes en position initiale ($M=13.98\text{ms}$ $SD=2.02\text{ms}$ vs $M=2.52\text{ms}$, $SD=1.17\text{ms}$, $p=.000$), en position intersonorante ($M=32.84\text{ms}$, $SD=5.41\text{ms}$ vs $M=2.23\text{ms}$, $SD=1.64\text{ms}$, $p=.000$), et dans le contexte V-C ($M=73.61\text{ms}$, $SD=5.85\text{ms}$ vs $M=10.17\text{ms}$, $SD=2.81\text{ms}$, $p=.000$). Ce résultat est illustré dans la Figure 140.

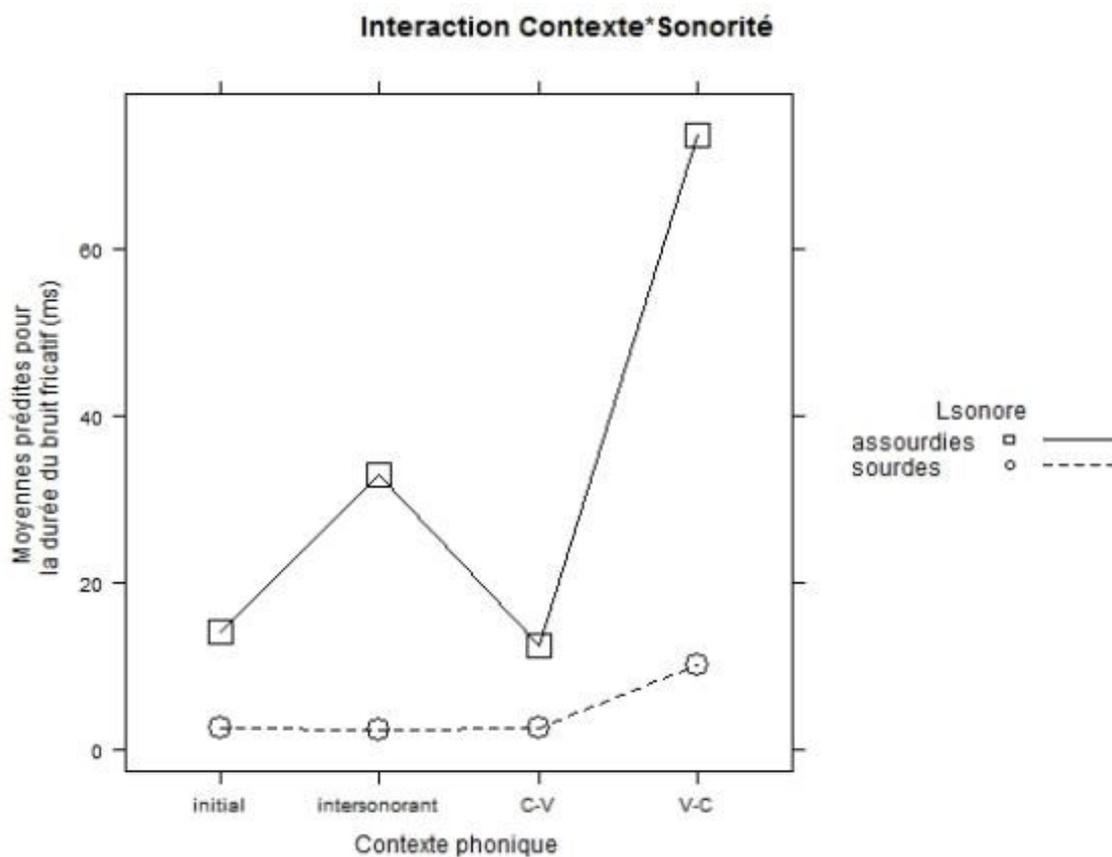


Figure 140. Effet de l'interaction entre le contexte phonique et la sonorité cible sur la durée du bruit fricatif prédite : les occlusives perçues sourdes.

Etant donné de résultat, et pour maintenir la cohérence avec les analyses des autres paramètres rapportés dans cette partie, nous avons décidé d'inclure la variable du contexte dans le modèle global.

Analyses (tous les contextes confondus)

Les analyses, dans lesquelles nous avons inclus la pathologie, la sonorité, la tâche, l'accent, la fréquence lexicale, la fréquence syllabique, le contexte phonique et le point d'articulation montrent un effet d'interaction triple entre la pathologie, la sonorité et le contexte phonique ($F(3,1662.42)=7.60$, $p=.000$) et entre la pathologie, la sonorité et la tâche ($F(1,1568.93)=17.91$, $p=.000$). L'interaction entre la pathologie et la sonorité est également significative ($F(1,1625.67)=5.06$, $p=.025$), comme l'est l'effet principal de la sonorité ($F(1,519.95)=48.82$, $p=.000$) et de la pathologie ($F(1,62.93)=6.57$, $p=.013$). Les résultats sont synthétisés dans le Tableau 66.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
Lsonore	48.821	1	519.95	0.000
PATHOL	6.570	1	62.93	0.013
Tache	13.696	1	1646.87	0.000
Lcontext_recodif	9.098	3	403.94	0.000
Lsonore:PATHOL	5.060	1	1625.67	0.025
Lsonore:Lcontext_recodif	4.558	3	404.52	0.000
Lsonore:Tache	14.035	1	1646.93	0.000
Lsonore:PATHOL:Lcontext_recodif	7.599	3	1662.43	0.000
Lsonore:PATHOL:Tache	17.910	1	1568.93	0.000

TABLEAU 66 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante durée du bruit fricatif pour les consonnes occlusives perçues sourdes, tous les contextes confondus.

Globalement, les assourdies présentent des durées de friction largement supérieures par rapport aux sourdes correctes (les valeurs augmentent de 20.89ms, $M=24.97ms$, $SD=2.90ms$ vs $M=4.08ms$, $SD=1.08ms$, $p=.001$). Ce résultat est illustré dans la Figure 141.

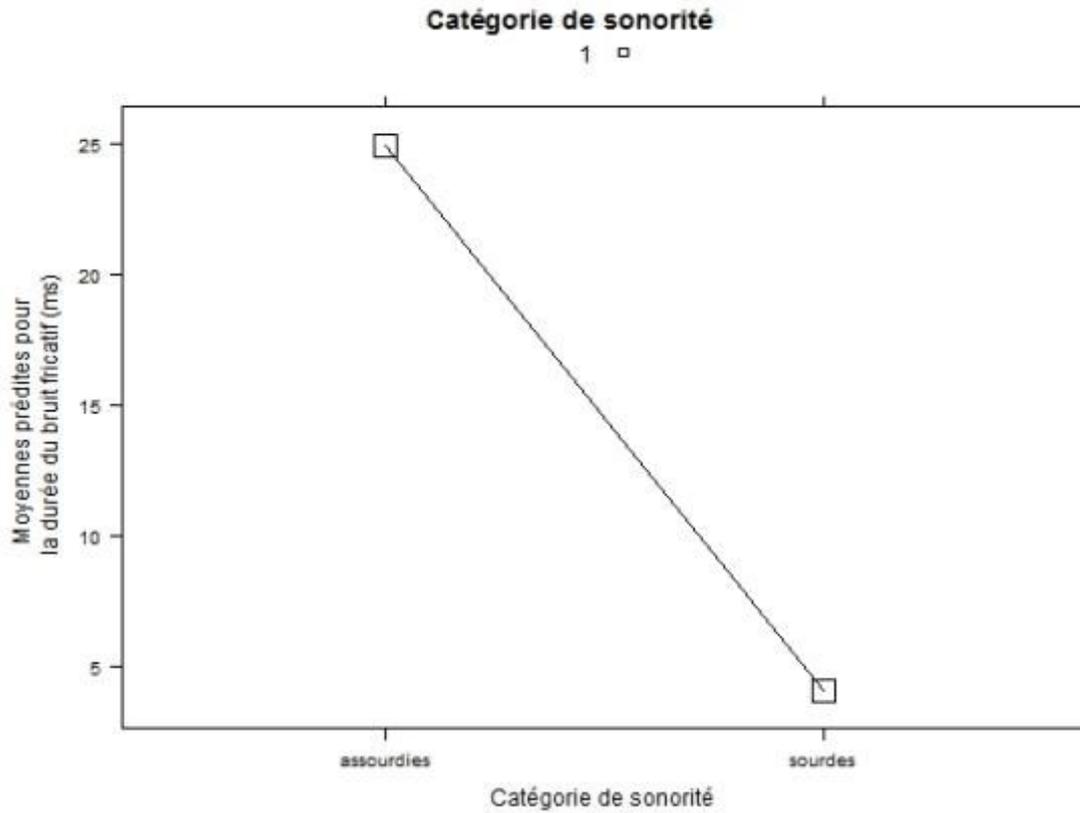


Figure 141. Effet de la sonorité cible sur la durée du bruit fricatif prédite : les occlusives perçues sourdes tous les contextes confondus.

Cette différence entre les assourdis et les sourdes est significative pour les deux groupes de sujets (Broca : $M=17.55\text{ms}$, $SD=3.74\text{ms}$ vs $M=3.36\text{ms}$, $SD=1.60\text{ms}$, $p=.002$ et Conduction : $M=32.29\text{ms}$, $SD=4.41\text{ms}$ vs $M=4.80\text{ms}$, $SD=1.45\text{ms}$, $p=.000$). En outre, l'examen de l'interaction montre une tendance à la différence significative entre les valeurs pour les assourdis chez les Broca et chez les Conduction (Broca : $M=17.55\text{ms}$, $SD=3.74\text{ms}$ vs Conduction $M=32.29\text{ms}$, $SD=4.41\text{ms}$, $p=.052$) : le bruit fricatif est 15.37ms plus long pour le groupe Conduction. Ce résultat est illustré dans la Figure 142.

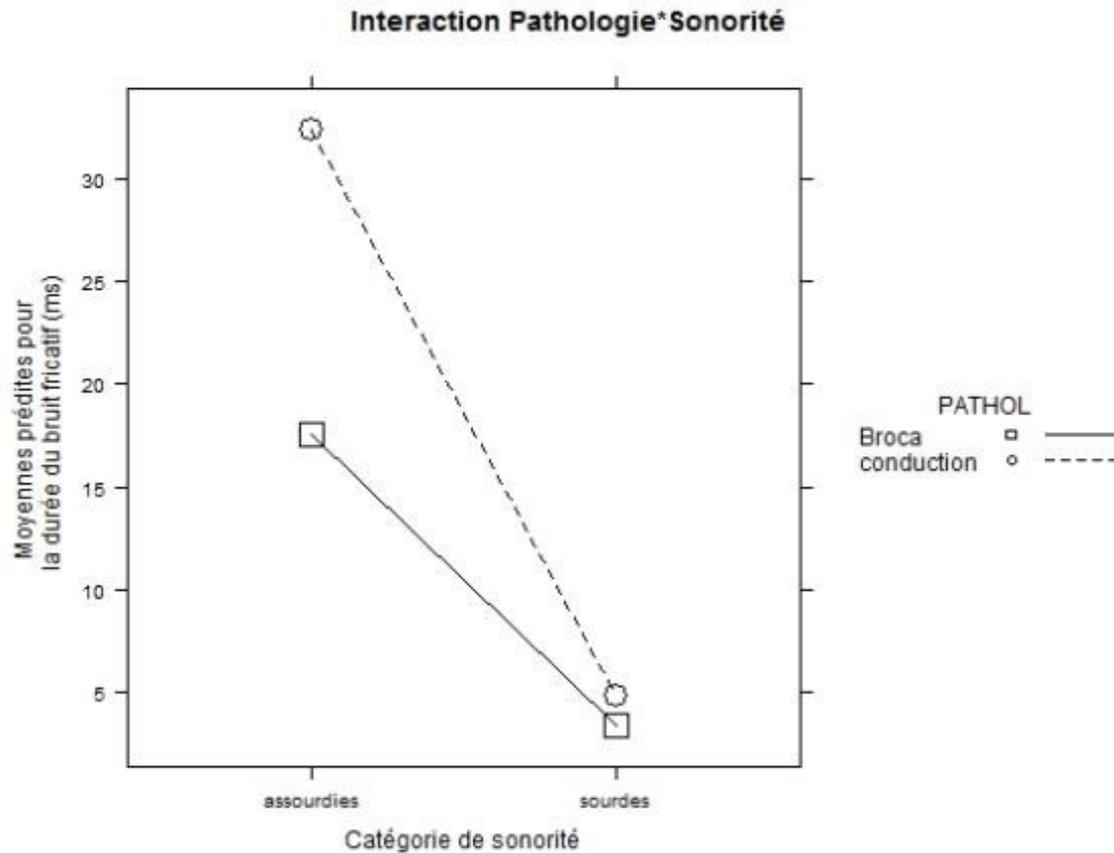


Figure 142. Effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible sur la durée du bruit fricatif prédite : les occlusives perçues sourdes tous les contextes confondus.

Par ailleurs, cette relation est ensuite modifiée par l'effet de la tâche. On constate que pour le groupe Conduction, dans la tâche de lecture la friction augmente de 42.39ms pour les assourdis par rapport aux sourdes ($M=47.58\text{ms}$, $SD=5.69\text{ms}$ vs $M=5.00\text{ms}$, $SD=1.77\text{ms}$, $p=.000$) tandis que ce contraste n'est pas significatif pour le groupe Broca.

Par contre, les différences dans la tâche de répétition sont significatives pour le groupe Broca, pour cette tâche la friction augmente de 15.09 ms. pour les assourdis par rapport aux sourdes ($M=18.73\text{ms}$, $SD=4.03\text{ms}$ vs $M=3.64\text{ms}$, $SD=1.90\text{ms}$, $p=.012$), ce contraste n'étant pas significatif pour le groupe Conduction ($p=.232$). Les autres contrastes pertinents pour nos hypothèses ne sont pas significatifs. Ce résultat est illustré dans la Figure 143.

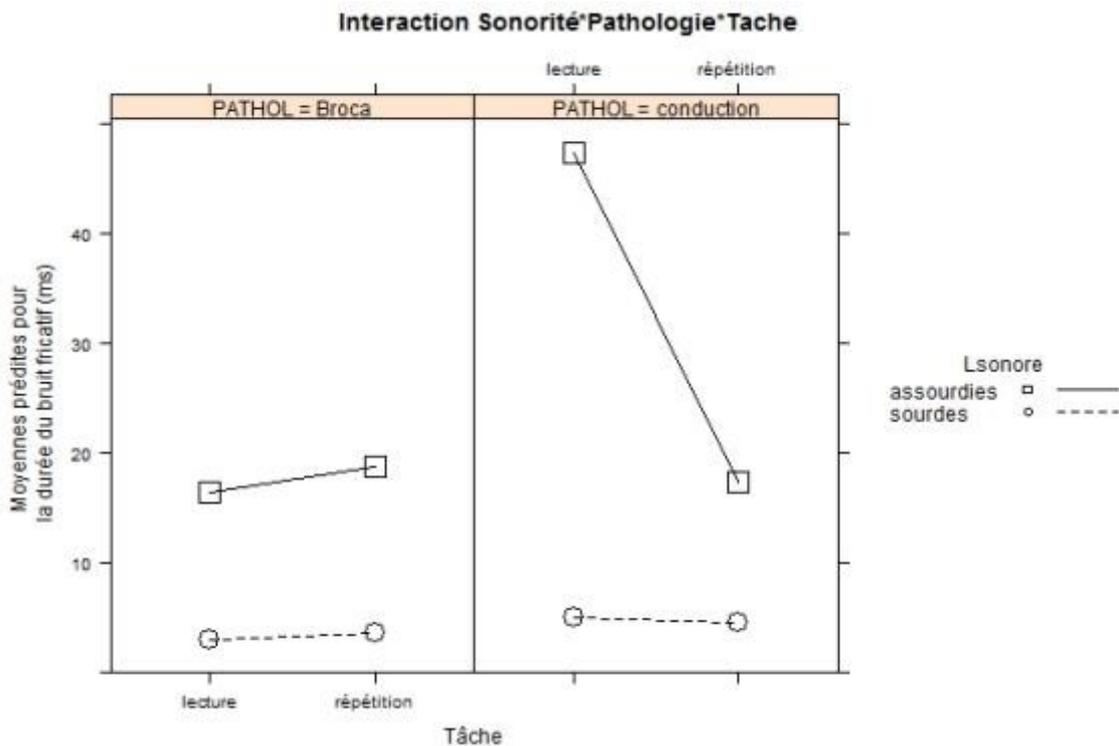


Figure 143. Effet de l'interaction entre la tâche, la pathologie et la sonorité cible sur la durée du bruit fricatif prédite : les occlusives perçues sourdes tous les contextes confondus.

Finalement, l'interaction entre la sonorité et la pathologie dépend du contexte phonique. Bien que la durée de friction augmente pour les assourdis par rapport aux sourdes, dans les deux pathologies, certains contextes phoniques sont plus sensibles à cette augmentation que d'autres, en fonction de la pathologie.

Ainsi, pour le groupe Broca, la friction augmente dans le contexte intersonorant par rapport aux contextes initial et C-V (intersonorant $M=38.61\text{ms}$, $SD=5.77\text{ms}$ vs initiale $M=15.10\text{ms}$, $SD=2.39\text{ms}$, $p=0.012$; intersonorant $M=38.61\text{ms}$, $SD=5.77\text{ms}$ vs C-V $M=8.97\text{ms}$, $SD=5.00\text{ms}$, $p=0.008$).

Par contre, pour le groupe Conduction, la friction augmente pour les consonnes assourdis davantage en contexte V-C par rapport aux autres (contexte V-C $M=88.38\text{ms}$, $SD=6.55$ vs initiale $M=12.74\text{ms}$, $SD=3.65\text{ms}$, $p=0.000$; intersonorant $M=7.58\text{ms}$, $SD=13.80\text{ms}$, $p=0.000$ et C-V $M=20.86\text{ms}$, $SD=7.90\text{ms}$, $p=0.000$).

Cette interaction triple est illustrée à la Figure 144.

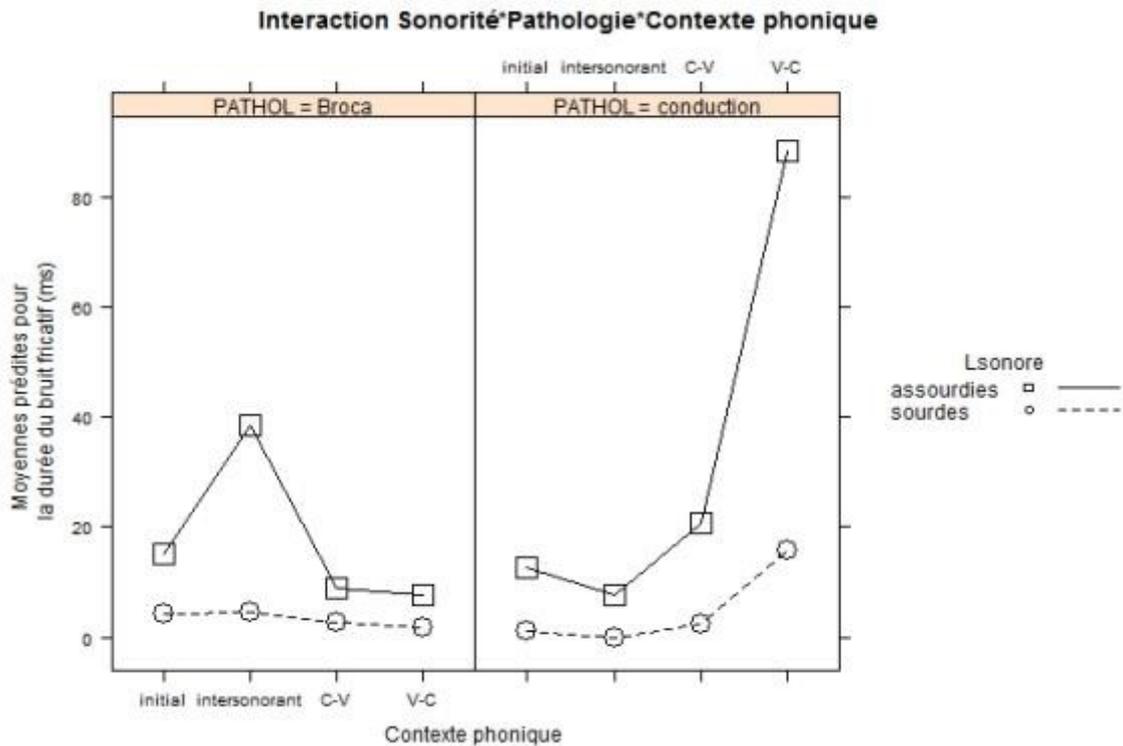


Figure 144. Effet de l'interaction entre le contexte phonique, la pathologie et la sonorité cible sur la durée du bruit fricatif prédite : les occlusives perçues sourdes tous les contextes confondus.

Synthèse intermédiaire

Les résultats montrent que la durée du bruit fricatif augmente pour les consonnes assourdiées par rapport aux sourdes différemment selon la tâche et la pathologie. Pour le groupe Broca, le bruit fricatif augmente significativement dans la tâche de répétition et pour le groupe Conduction, dans la tâche de lecture.

Une différence est également observée en fonction du contexte : pour le groupe Broca les assourdiées présentent le bruit fricatif plus long que les sourdes en contexte intersonorant tandis que pour le groupe Conduction, les occlusives le présentent dans le contexte V-C.

FTT

Analyses (contexte intersonorant)

Les présentes analyses ont été effectuées dans le contexte intersonorant, où la paramétrisation du FTT est possible. Nous avons inclus les prédicteurs suivant dans le modèle : la pathologie, la catégorie de sonorité, l'accent, la tâche, la fréquence lexicale et la fréquence syllabique. Toutes les variables ont été incluses comme participant dans les interactions avec la pathologie et la sonorité.

Les analyses montrent qu'il y a un effet significatif de l'erreur de sonorité sur les valeurs du FTT ($F(1,206.62)=45.86$, $p=.033$). Tous les autres effets et interactions ne sont pas significatifs (cf. le Tableau 67 pour le résultat du modèle final).

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
Lsonore	45.86	1	206.62	0.033

TABLEAU 67 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante FTT pour les consonnes occlusives perçues sourdes, en contexte intersonorant.

Globalement, le FTT augmente de 8.04ms pour les consonnes assourdies par rapport aux sourdes ($M=18.03ms$, $SD=7.13ms$ vs $M=9.99ms$, $SD=6.17ms$, $p=.048$). Ce résultat, illustré à la Figure 145, est indépendant de la pathologie.

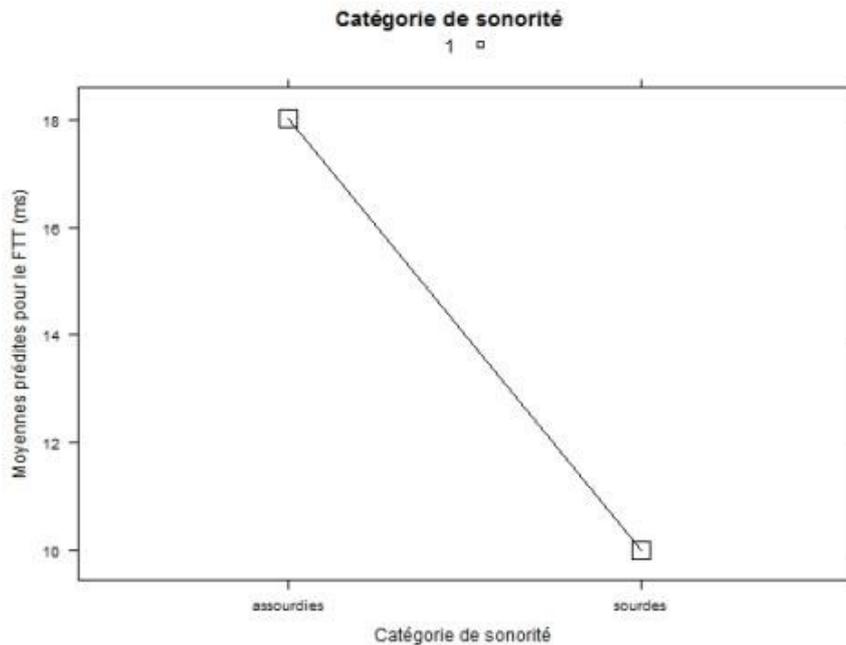


Figure 145. Effet de la sonorité cible sur la durée du FTT prédite : les occlusives perçues sourdes dans le contexte intersonorant.

VTT

Hypothèses et objectifs

Nous avons examiné le paramètre du VTT en contexte intersonorant (intervocalique et V-C), où sa paramétrisation est possible. Le nombre d'observations qui participent aux présentes analyses est de 442. Nous avons retenu les variables de la pathologie, la sonorité, la tâche et l'accent ainsi que les interactions entre ces variables et la pathologie et la sonorité comme prédicteurs. La fréquence lexicale et syllabique ne participent pas dans des interactions en raison du nombre de cas trop limité.

Analyses (contexte intersonorant)

Les analyses révèlent un effet de l'interaction de la pathologie et la sonorité cible ($F(1,381.27)=40.71$, $p=.044$). La pathologie en tant qu'effet simple n'est pas significative tandis que la sonorité l'est ($F(1,147.35)=267.97$, $p=.000$). Les autres variables (tâche, accent, fréquence lexicale et syllabique) ainsi que les interactions ne sont pas significatives. Les résultats du modèle final sont résumés dans le Tableau 68.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
PATHOL	0.6583	1	25.60	NS
Lsonore	267.969	1	147.37	0.000
PATHOL:Lsonore	40.715	1	381.27	0.044

TABLEAU 68 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour la variable dépendante VTT pour les consonnes occlusives perçues sourdes, en contexte intersonorant.

Globalement, l'existence de l'erreur d'assourdissement prédit significativement les valeurs du VTT. Celles-ci sont supérieures de 10.81 ms. pour les assourdissements par rapport aux sourdes correctes ($M=12.93\text{ms}$, $SD=2.02\text{ms}$ vs $M=2.12\text{ms}$, $SD=0.79\text{ms}$, $p=.000$). Ce résultat est illustré dans la Figure 146.

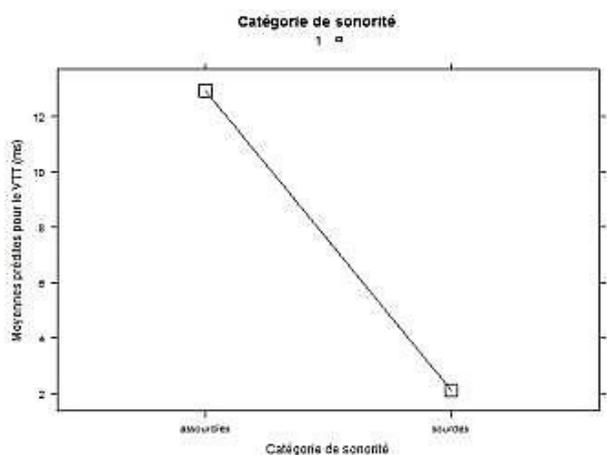


Figure 146. Effet de la sonorité cible sur la durée du VTT prédite : les occlusives perçues sourdes dans le contexte intersonorant.

Néanmoins, l'effet de l'erreur sur les valeurs du VTT est influencé à son tour par la pathologie. Les valeurs prédites pour les consonnes assourdies (erreurs) sont supérieures aux valeurs prédites pour les sourdes dans les deux groupes, comme nous le pouvons observer à la Figure 147, mais les différences entre les deux catégories de sons est significative uniquement pour le groupe Conduction, où le VTT augmente significativement de 14.91ms pour les erreurs par rapport à non-erreurs ($M=15.89ms$, $SD=2.80ms$ vs $M=0.98ms$, $SD=1.04ms$, $p=.000$). Les autres contrastes pertinents ne sont pas significatifs.

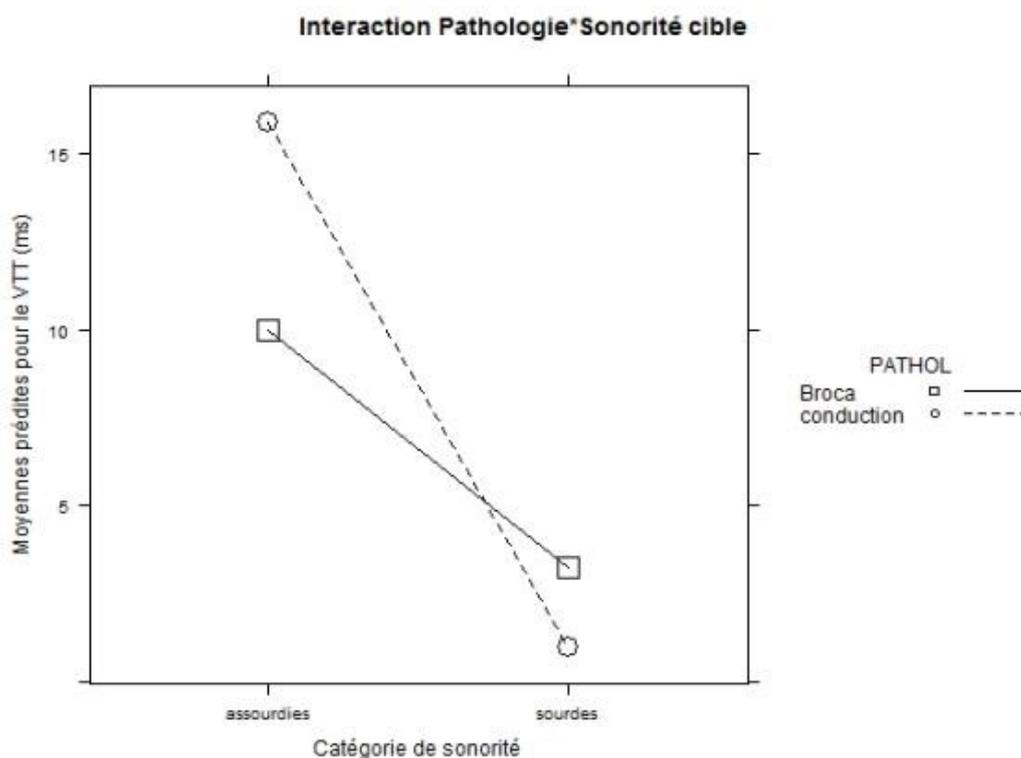


Figure 147. Effet de l'interaction entre la pathologie et la sonorité cible sur la durée du VTT prédite : les occlusives perçues sourdes dans le contexte intersonorant.

Synthèse intermédiaire

Nous observons un effet de l'erreur d'assourdissement sur les valeurs du VTT pour le groupe Conduction et non pas pour le groupe Broca, contrairement à notre hypothèse.

Synthèse des résultats pour l'analyse des assourdissements

Pareil que pour les analyses de la production correcte, notre objectif concernant l'examen des assourdissements a été triple. Il nous a intéressé en premier lieu si l'erreur associée au changement de sonorité (assourdissement) avait un effet sur les valeurs des paramètres étudiés. L'hypothèse principale de notre étude est que l'effet de l'erreur existera uniquement pour les patients présentant un déficit au niveau de la programmation articulatoire, c.à.d. le groupe Broca. Finalement, nous cherchions à savoir si l'effet de l'erreur était affecté à son tour par des contraintes phonétiques et psycholinguistiques telles que la tâche, l'accent, la zone d'articulation du phonème, le contexte phonétique, la fréquence syllabique et lexicale, l'objectif de cette dernière épreuve étant en rapport avec les contextes facilitateurs où les marques phoniques suggérant la différenciation des erreurs des productions correctes – dans le groupe Broca – seraient observées de manière particulièrement systématique.

C'est en fonction de ces objectifs que nous rapporterons par la suite les principaux résultats de l'analyse des assourdissements.

Effet de l'erreur de sonorité

Le résultat de ces analyses montre que le fait d'exister une erreur d'assourdissement a *globalement* un effet sur les valeurs des paramètres acoustiques mais que cet effet est presque toujours affectée par d'autres variables explicatives de l'étude, y compris la pathologie. La seule exception concerne le paramètre de FTT, où on observe les valeurs augmenter pour les assourdis par rapport aux sourdes, indépendamment des autres variables. Ce résultat en isolations des autres ne permet pas de dire si la présence de l'énergie appartenant au son précédent est motivée par un problème de fermeture du conduit vocal pour la prononciation de l'occlusives ou s'il s'agit d'une stratégie au plan phonique indicative de « l'intention » de voiser.

Effet de l'interaction entre la sonorité et la pathologie

L'hypothèse concernant le traitement différentiel des erreurs de sonorité et des productions correctes est au centre de la présente étude.

Pareil que pour l'effet principal de sonorité, nous constatons que l'effet de l'interaction entre l'erreur de sonorité et la pathologie dépend des autres facteurs sauf pour un seul paramètre. Le VTT - mesuré en contexte intersonorant - augmente pour les consonnes assourdis par rapport aux sourdes dans les deux groupes de sujets mais uniquement dans le groupe Conduction, la différence est significative. Ce résultat va contre nos prédictions pour ce groupe de sujets et contre nos prédictions pour le groupe Broca.

En ce qui concerne le paramètre principal responsable du voisement – le VOT – dans les deux contextes où nous avons pu comparer les deux groupes de sujets, c.à.d. le contexte initial et C-V le résultat semble déroutant. Pour le contexte initial, où le nombre d'assourdissements est le plus élevé, le VOT des occlusives assourdis est significativement plus court que celui des sourdes correctes pour le groupe Broca en syllabe non-accentuée. Pour le contexte C-V, où le nombre total d'erreur

est plus restreint, les assourdies présentent un VOT significativement plus court pour le groupe Conduction en position accentuée.

Ce résultat, même si les différences du nombre d'erreurs en fonction du contexte phonique peuvent y être pour quelque chose, ne permet pas de corroborer notre hypothèse sur le traitement différentiel des erreurs en fonction du groupe aphasique. Nous sommes amenée à rejeter l'hypothèse sur le traitement différentiel des erreurs en fonction de la pathologie ainsi comme l'hypothèse sur l'absence de troubles phonétiques chez les sujets Conduction. Le résultat concernant le VOT montre que l'erreur de sonorité influence - sous certaines conditions qui ne sont pourtant pas les mêmes dans les deux groupes - les valeurs de ce paramètre tant pour le groupe Broca que pour le groupe Conduction. Ces différences vont toujours dans le même sens : les assourdissements présentent le VOT plus court que les occlusives sourdes correctes.

Nous observons ensuite, que la durée totale n'est pas sensible à l'existence de l'erreur indiquant que les assourdissements sont aussi longs que les sourdes. Soulignons pourtant que la durée n'a pas pu être mesurée en contexte le plus vulnérable à ce type d'erreur, c.à.d. le contexte initial.

L'effet de sonorité cible en fonction de la pathologie est ensuite soumis à l'influence de la tâche. En ce qui concerne le nombre de barres d'explosion – un paramètre qui contribue significativement à la distinction des sourdes et sonores dans la production correcte – il diminue pour les assourdissements par rapport aux sourdes dans les contextes suivants : en lecture (par rapport à la répétition) pour le groupe Conduction et en répétition (par rapport à la lecture) pour le groupe Broca.

Concernant finalement la durée du bruit fricatif, nous constatons qu'elle augmente pour les assourdissements par rapport aux sourdes dans les deux groupes de sujets, bien que cette augmentation soit plus marquée dans le groupe de Conduction que dans le groupe Broca. Ce résultat devrait pourtant être interprété avec prudence étant donné qu'il peut traduire des difficultés généraux à fermer le conduit vocal pour l'articulation d'une consonne occlusive, la gestion de tension articuloire en général et seulement à la fin, une stratégie phonique pour établir une opposition de voisement.

En somme, il n'est pas à exclure que les différentes motivations de ce comportement phonique soient à l'origine de la différenciation des erreurs (assourdissements) et des productions correctes en fonction de la pathologie, comme pourraient le suggérer les effets des variables explicatives de l'étude tels que la tâche, l'accent ou encore la zone d'articulation.

Effets de la tâche

Nous observons des effets de la tâche pour le nombre de barres d'explosion et pour la durée du bruit fricatif. Le résultat indique que pour le groupe Conduction, les assourdies présentent moins de barres d'explosion par rapport aux sourdes dans la tâche de lecture mais plus de bruit fricatif. Dans ce sens, ce résultat est plutôt déroutant.

Le groupe Broca, par contre, semble opposer les assourdies et les sourdes en termes de durée de barres dans la tâche de répétition. Pour la durée du bruit fricatif, le contraste entre les sourdes et sonores est significatif indépendamment de la tâche.

Effets de l'accent

L'effet de l'accent sur la manière dont l'erreur influence l'expression phonique est différent en fonction de la pathologie. Ainsi, on trouve que pour le groupe Broca, les contrastes entre les erreurs et les productions correctes sont significatifs en syllabes non-accentuées tandis que le contraire est vrai pour le groupe Conduction. Ce résultat dépend du paramètre et du contexte phonique.

Ainsi, en position initiale, on constate l'influence de l'accent sur le VOT en fonction de la sonorité cible pour le groupe Broca mais il n'a pas d'effet sur les valeurs du VOT pour le groupe Conduction.

Par contre, en contextes C-V et V-C, on observe que le VOT diminue pour les assourdies par rapport aux sourdes en syllabe accentuée pour le groupe Conduction.

L'effet de l'accent n'est pas observé pour d'autres paramètres.

Effets de la fréquence

Les effets de fréquence n'ont pas été observés.

Mode d'articulation

L'objectif des analyses rapportées ci-après consiste d'une part, à déterminer les effets des variables explicatives de cette étude sur les paramètres acoustiques contribuant à la perception du mode d'articulation occlusif ou fricatif des productions correctes produites par les sujets aphasique et le groupe contrôle. Nous souhaitons savoir en particulier quelle est l'effet de la variable mode d'articulation sur les valeurs de la durée totale et de la durée absolue et relative du bruit fricatif et si cet effet change en fonction de la pathologie. Nous voulons identifier par ailleurs, si d'autres variables parmi la fréquence lexicale, la fréquence syllabique, l'accent et la tâche influencent l'effet du mode d'articulation sur les valeurs des paramètres acoustiques en fonction de la pathologie.

Pour le premier objectif, étant donné qu'en espagnol le mode d'articulation fricatif existe uniquement pour les sourdes, nous considérerons pour les analyses de la production correcte toutes les fricatives et les occlusives sourdes, produites par les trois groupes de sujets (contrôle, Broca et Conduction), perçues correctement par l'interlocuteur.

De l'autre part, nous souhaitons mettre en évidence l'effet de l'existence de l'erreur associée au changement du mode d'articulation sur les valeurs des paramètres acoustiques mentionnés en haut. Nous nous proposons d'étudier si cet effet change en fonction de la pathologie dans l'hypothèse du traitement différencié des productions correctes et les erreurs dans le groupe de patients qui présentent un déficit au niveau de la programmation articulatoire, c.à.d. le groupe Broca. Finalement, en rapport avec la même hypothèse, nous examinerons si la manière dont l'erreur affecte la matière phonique est soumise à des contraintes phonétiques et psycholinguistiques telles que la tâche, l'accent et les effets de fréquence (lexicale et syllabique).

Les analyses préalables ont montré que globalement deux types d'erreurs concernant le mode d'articulation ont été observées de manière systématique : les fricativisations des occlusives et les occlusivisations des fricatives. Ainsi, pour le deuxième objectif, nous retiendrons, pour l'examen des fricativisations, toutes les consonnes perçues comme fricatives (y compris des fricatives et des occlusives cible) et pour l'examen des occlusivisations, toutes les consonnes occlusives sourdes (y compris les occlusives et les fricatives cible) afin de tester notre hypothèse. Dans l'analyse des erreurs, uniquement la production des groupes aphasiques sera considérée.

Productions correctes

Durée totale du segment

Analyses préalables

Le nombre d'observations qui participent aux analyses rapportées ci-après est de 2670 cas. La distribution des observations en fonction de la pathologie et du mode d'articulation est présentée dans le Tableau 69.

	Occlusives	Fricatives
<i>Broca</i>	292	430
<i>Conduction</i>	291	561
<i>Contrôle</i>	406	690
Total	989	1681

TABLEAU 69 Nombre d'observations retenues pour les analyses de la durée segmentale

Afin de sélectionner les données pour les présentes analyses, nous avons d'abord déterminé si les valeurs de la durée segmentale étaient influencées par le contexte phonique. Pareil que pour les analyses de la sonorité, nous avons réalisé un modèle mixte à effets aléatoires (sujet et item), avec la durée segmentale comme variable réponse et le contexte phonique ainsi que l'interaction entre la pathologie et le contexte comme effets fixes. Les analyses montrent un effet du contexte sur les durées totales des segments ($F(4,141.78)=53.97, p=.000$). Nous avons décidé de séparer les analyses par contexte. Rappelons que la durée ne peut être mesurée en position initiale post pausale (pour les consonnes occlusives sourdes).

En ce qui concerne l'espagnol, les fricatives durent davantage que les occlusives. Nous nous attendons à trouver cette différence entre les deux groupes de phonèmes analysés.

Pour les analyses de la durée totale dans la production correcte (fricatives et occlusives sourdes correctes) les questions de recherche suivantes ont été posées :

- Est-ce que les valeurs de la durée segmentale pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction du mode d'articulation, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que les valeurs de la durée segmentale pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction de la sonorité du mode d'articulation et de la pathologie, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que les valeurs de la durée segmentale pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction du mode d'articulation, de la pathologie et de l'accent, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que les valeurs de la durée segmentale pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction du mode d'articulation, de la pathologie et de la fréquence lexicale, toutes autres variables confondues par ailleurs ?

- Est-ce que les valeurs de la durée segmentale pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction du mode d'articulation, de la pathologie et de la fréquence syllabique, toutes autres variables confondues par ailleurs ?
- Est-ce que les valeurs de la durée segmentale pour les occlusives intervocaliques correctes sont globalement différenciées en fonction du mode d'articulation, de la pathologie et de la tâche, toutes autres variables confondues par ailleurs ?

Contexte intersonorant

En ce qui concerne le contexte intersonorant, nous avons recensé au total 874 observations correctes (occlusives et fricatives sourdes). Le Tableau 70 présente les effectifs en fonction du mode d'articulation et de la pathologie.

Cont. Intersonorant	Occlusives	Fricatives
<i>Broca</i>	147	105
<i>Conduction</i>	152	129
<i>Contrôle</i>	189	152
Total	488	386

TABLEAU 70 Nombre d'observations retenues pour les analyses de la durée segmentale

Nous observons l'effet du mode d'articulation sur la durée du segment ($F(1,172.97)=38.85, p=.000$). Nous observons également l'effet de l'interaction entre la pathologie et le mode d'articulation. Finalement, l'interaction entre la pathologie, le mode d'articulation et la fréquence syllabique est également significative ($F(3,38.15)=9.76, p=.000$). Les résultats sont donnés dans le Tableau 71.

Variable	<i>F</i>	NUM d.f.	DEN d.f.	<i>p</i> value
PATHOL	1.667	2	9.16	NS
Locclus	172.974	1	38.85	0.000
Fsyll	8.896	3	38.11	0.000
Tache	36.486	1	809.99	0.000
PATHOL:Locclus	8.940	2	810.92	0.000
Locclus:Fsyll	9.757	3	38.15	0.000
PATHOL:Locclus:Fsyll	3.035	6	811.05	0.006

TABLEAU 71 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour les analyses de la durée segmentale.

Globalement, en position intersonorante, les consonnes fricatives sont 40.44 ms. plus longues que les consonnes occlusives ($M=135.72, SD=6.89$ vs $M=95.29, SD=6.72, p=.000$), comme correspond à ce type de phonèmes. Ce résultat est illustré dans la Figure 148.

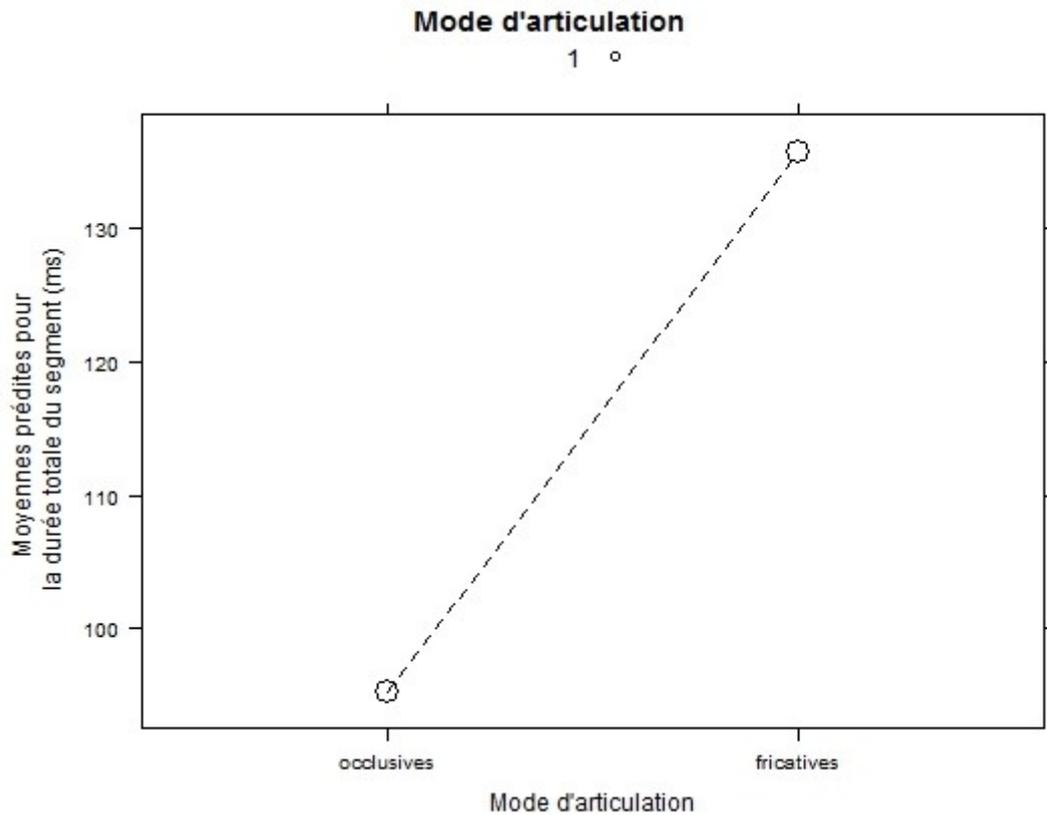


Figure 148. Effet du mode d'articulation cible sur les durées totales du segment en contexte intersonorant.

L'examen de l'interaction met en évidence que les différences de durée entre les occlusives et les fricatives sont significatives pour chaque groupe de sujets (contrôle : $M=135.35$, $SD=11.62$ vs $M=104.72$, $SD=11.37$; Broca : $M=146.02$, $SD=11.85$ vs $M=108.62$, $SD=11.54$; Conduction $M=125.81$, $SD=72.32$, $SD=11.52$, $p=.000$ dans tous les cas). Les autres contrastes pertinents pour cette étude ne sont pas significatifs. Cela indique qu'en ce qui concerne la durée des segments, les trois groupes de sujets se comportent, sur le plan phonique, de la même manière. Ce résultat est illustré dans la Figure 149.

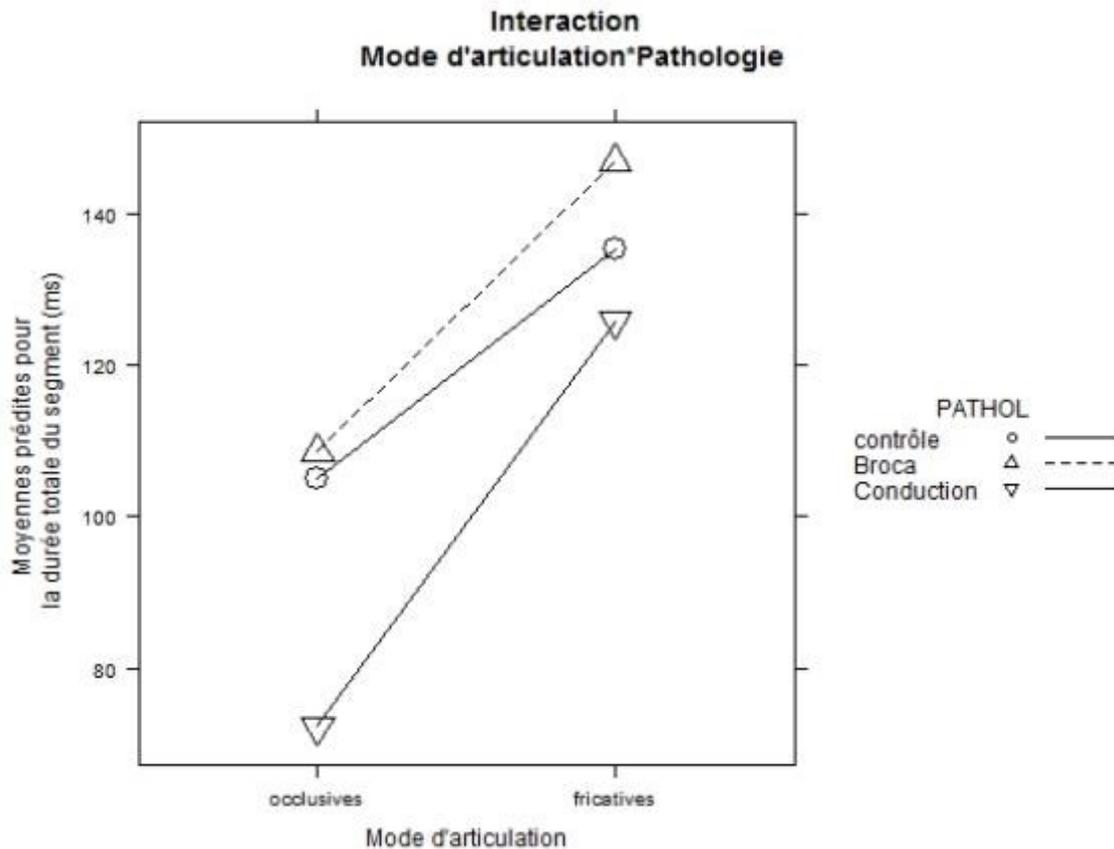


Figure 149. Effet de l'interaction entre la pathologie et le mode d'articulation cible pour la durée totale du segment.

Ensuite, nous observons que les valeurs de la durée des segments varient en fonction du mode d'articulation et de la fréquence syllabique. L'examen de l'interaction permet de voir que la durée totale augmente pour les consonnes fricatives en fonction de la fréquence syllabique tandis qu'elle se maintient constante pour les consonnes occlusives à travers toutes les syllabes, fréquentes ou pas.

Ainsi, les fricatives en syllabes à fréquence 4 sont 49.70ms plus longues que les fricatives en syllabes 1 ($M=164.10$, $SD=8.74$ vs $M=114.40$, $SD=9.06$, $p=.000$) et de 31.46 ms plus longues que celles en syllabes à fréquence 2 ($M=164.10$, $SD=8.74$ vs $M=132.64$, $SD=7.08$, $p=.001$). Les autres contrastes pour les fricatives en fonction de la fréquence ne sont pas significatifs.

L'interaction est illustrée à la Figure 150.

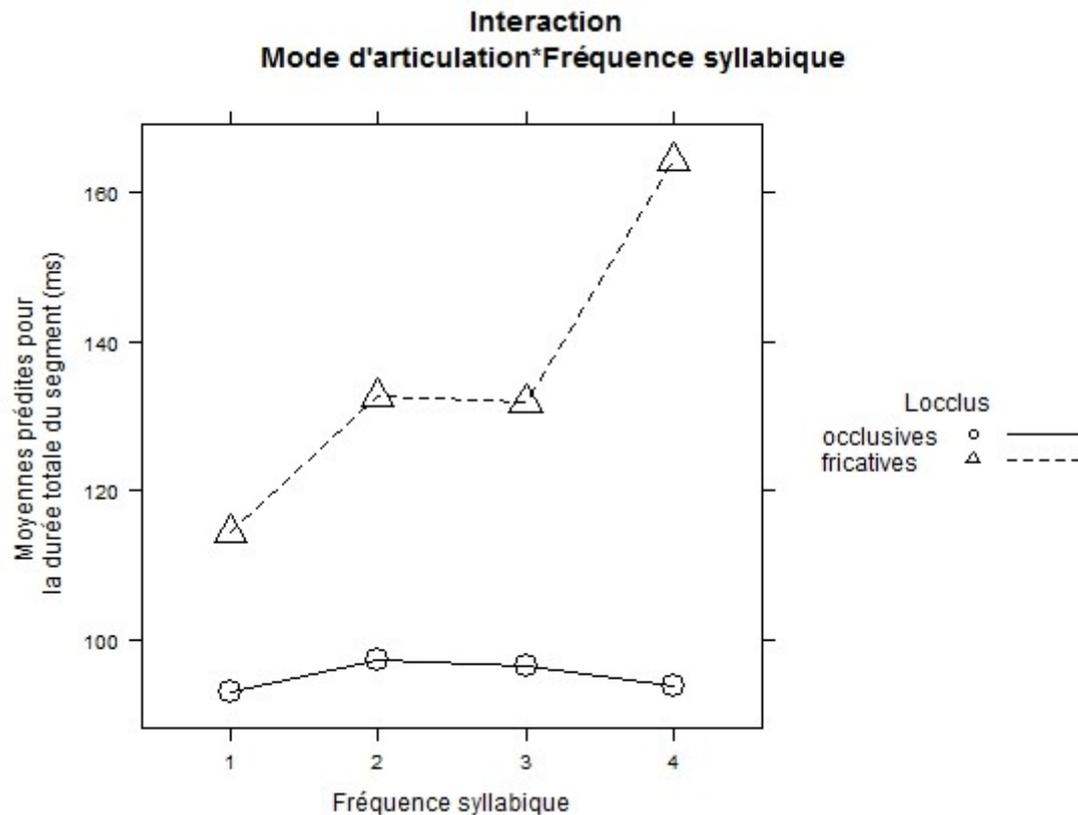


Figure 150. Effet de l'interaction entre le mode d'articulation et fréquence syllabique sur la durée segmentale en contexte intersonorant.

Il existe pourtant une interaction triple entre la pathologie, le mode d'articulation et la fréquence syllabique qui suggère que l'effet que nous venons de décrire est influencé par la pathologie. Afin d'examiner cette interaction nous avons séparé les analyses par fréquence syllabique (de 1 la moins fréquente à 4 la plus fréquente), étant donné que variable de fréquence syllabique est significative comme effet principal.

En ce qui concerne les syllabes les moins fréquentes (fréquence 1) les différences entre les occlusives et les fricatives sont toujours significatives mais elles sont les mêmes pour tous les groupes de sujets (c.à.d. l'interaction entre la pathologie et le mode d'articulation n'est pas significative, $p=.071$).

Quant à la fréquence syllabique 2, l'effet de la pathologie sur la différence entre les occlusives et fricatives, n'est pas significatif ($p=.648$).

Concernant la fréquence syllabique 3, malgré un effet significatif de l'interaction entre la pathologie et le mode d'articulation ($F(2,254.68)=4.69, p=.010$), aucun des contrastes entre les groupes n'est pas significatif.

Finalement, pour les syllabes les plus fréquentes, nous observons un effet de l'interaction entre la pathologie et le mode d'articulation très significatif ($F(1,231.05)=10.78, p=.000$) mais pareil que dans le cas antérieur, aucun des contrastes entre les groupes n'est significatif.

L'interaction triple est illustrée à la Figure 151.

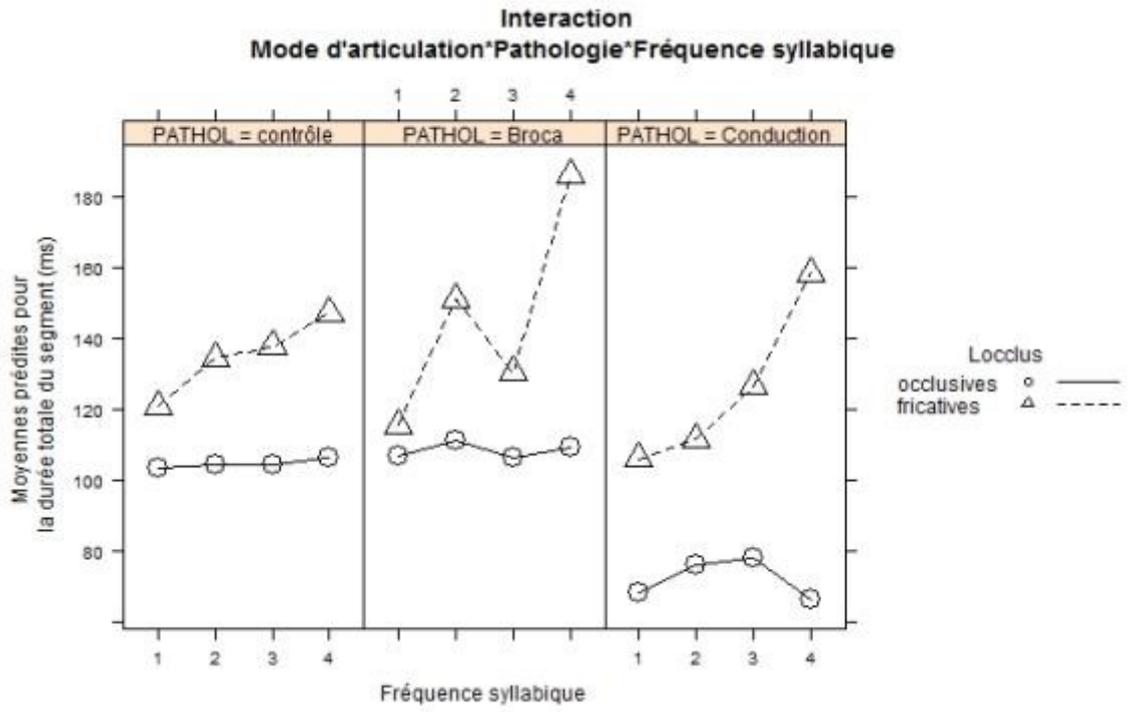


Figure 151. Effet de l'interaction entre le mode d'articulation, la pathologie et la fréquence syllabique.

Contexte C-V

Nous avons recensé au total 769 productions sourdes (occlusives et fricatives) dans le contexte C-V. Les Tableau 72 présente la répartition de ces données en fonction de la pathologie et du mode d'articulation.

Contexte C-V	Occlusives	Fricatives
<i>Broca</i>	129	78
<i>Conduction</i>	125	111
<i>Contrôle</i>	170	156
Total	424	345

TABLEAU 72 Nombre d'observations retenues pour les analyses de la durée segmentale.

Les analyses révèlent un effet significatif du mode d'articulation cible ($F(1,41.25)=37.99$, $p=.000$) ainsi qu'un effet de l'interaction entre la pathologie et le mode d'articulation ($F(2,721.47)=20.46$, $p=.000$). Les autres variables et interactions pertinentes pour cette étude ne sont pas significatives. Les résultats du modèle final sont présentés dans le Tableau 73.

Variable	<i>F</i>	NUM d.f.	DEN d.f.	<i>p</i> value
PATHOL	0.848	2	8.79	NS
Locclus	37.988	1	41.25	0.000
Tache	8.183	1	717.45	0.004
PATHOL:Locclus	20.462	2	721.47	0.000

TABLEAU 73 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour les analyses de la durée segmentale, contexte C-V.

Globalement, les fricatives sont plus longues que les occlusives, indépendamment du groupe ($M=127.31$, $SD=5.82$ vs $M=101.86$, $SD=5.58$, $p=.000$).

L'examen de l'interaction entre la pathologie et le mode d'articulation permet de voir que les différences de durée en fonction du mode d'articulation sont significatives pour le groupe contrôle ($M=120.40$, $SD=9.13$ vs $M=98.92$, $SD=9.07$, $p=.001$) et le groupe Conduction ($M=134.52$, $SD=9.52$ vs $M=85.95$, $SD=9.22$, $p=.000$) mais non pas pour le groupe Broca ($M=126.00$, $SD=9.59$ vs $M=120.72$, $SD=9.21$, $p=.902$). Les autres contrastes ne sont pas significatifs. L'interaction est illustrée à la Figure 152.

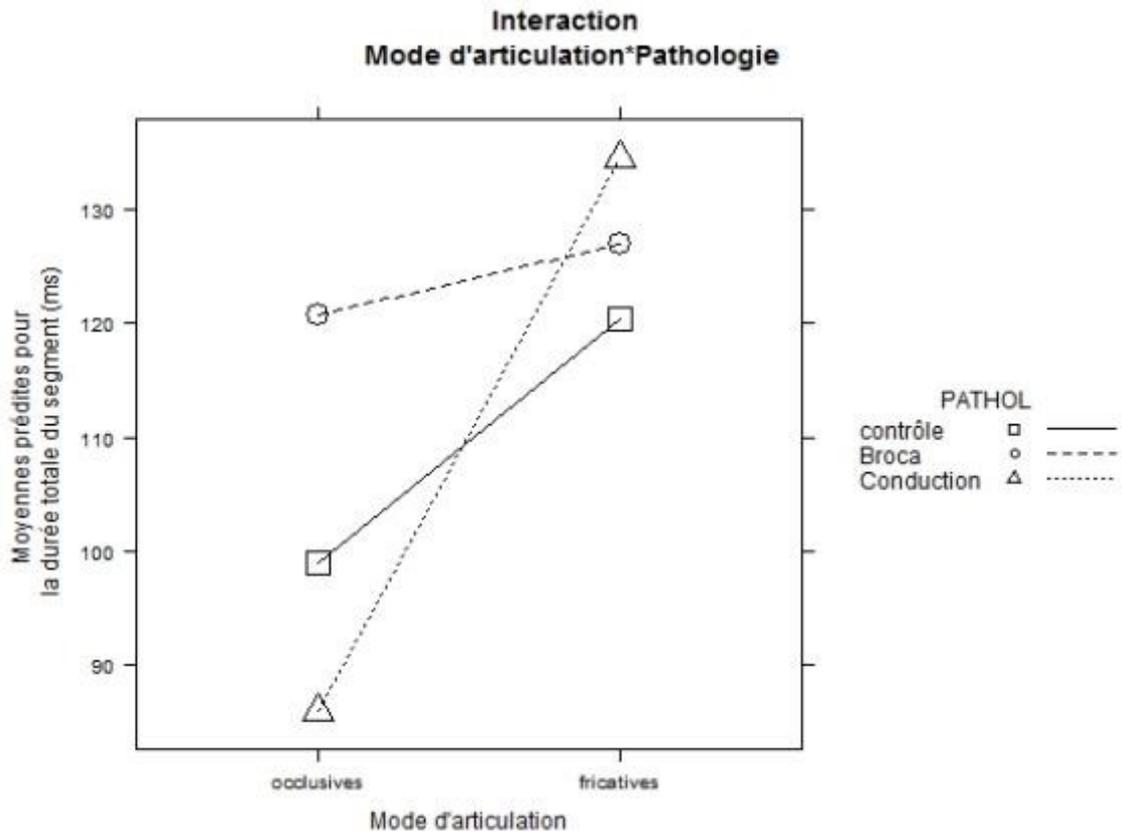


Figure 152. Effet de l'interaction entre le mode d'articulation et la pathologie sur la durée totale du segment en contexte C-V.

Contexte V-C

Nous avons recensé au total 303 observations (fricatives et occlusives sourdes) en contexte V-C. Le nombre d'observations en fonction de pathologie et du mode d'articulation est donné dans le Tableau 74.

Nous avons retenu pour les présentes analyses les variables explicatives suivantes : pathologie, mode d'articulation, l'accent et la tâche. Nous avons exclu la fréquence syllabique et lexicale à cause du manque de données pour certains niveaux de ces variables.

TABLEAU

Contexte V-C	Occlusives	Fricatives
<i>Broca</i>	16	65
<i>Conduction</i>	14	74
<i>Contrôle</i>	47	87
Total	77	226

TABLEAU 74 Nombre d'observations retenues pour les analyses de la durée segmentale.

Les analyses montrent un effet du mode d'articulation ($F(1,36.05)=86.63$, $p=.006$) ainsi que l'interaction entre la pathologie et le mode d'articulation ($F(2,287.25)=54.05$, $p=.005$). Les interactions du mode d'articulation avec les autres variables explicatives retenues pour l'analyse (la tâche et l'accent) ne sont pas significatives. Les résultats du modèle final sont présentés dans le Tableau 75.

TABLEAU

Variable	<i>F</i>	NUM d.f.	DEN d.f.	<i>p</i> value
PATHOL	0.5517	2	9.588	NS
Locclus	86.630	1	36.054	0.006
Tache	124.409	1	273.776	0.000
PATHOL:Locclus	54.051	2	287.249	0.005

TABLEAU 75 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour les analyses de la durée segmentale, contexte V-C.

Nous observons l'effet du mode d'articulation. Globalement, les fricatives en contexte V-C sont 18.97ms plus longues que les occlusives dans le même contexte ($M=127.27$, $SD=8.08$ vs $M=108.29$, $SD=0.20$, $p=.006$).

Néanmoins, l'examen de l'interaction entre le mode d'articulation et la pathologie montre que cette différence est significative uniquement pour le groupe Broca ($M=148.44$, $SD=13.69$ vs $M=104.28$, $SD=15.96$, $p=.001$), tandis qu'elle n'est pas significative pour le groupe contrôle ($M=109.34$, $SD=13.46$ vs $M=104.48$, $SD=14.00$, $p=.984$) ni le groupe Conduction ($M=124.02$, $SD=13.56$ vs $M=116.11$, $SD=16.52$, $p=.982$).

Tous les autres contrastes ne sont pas significatifs. L'interaction est illustrée à la Figure 153.

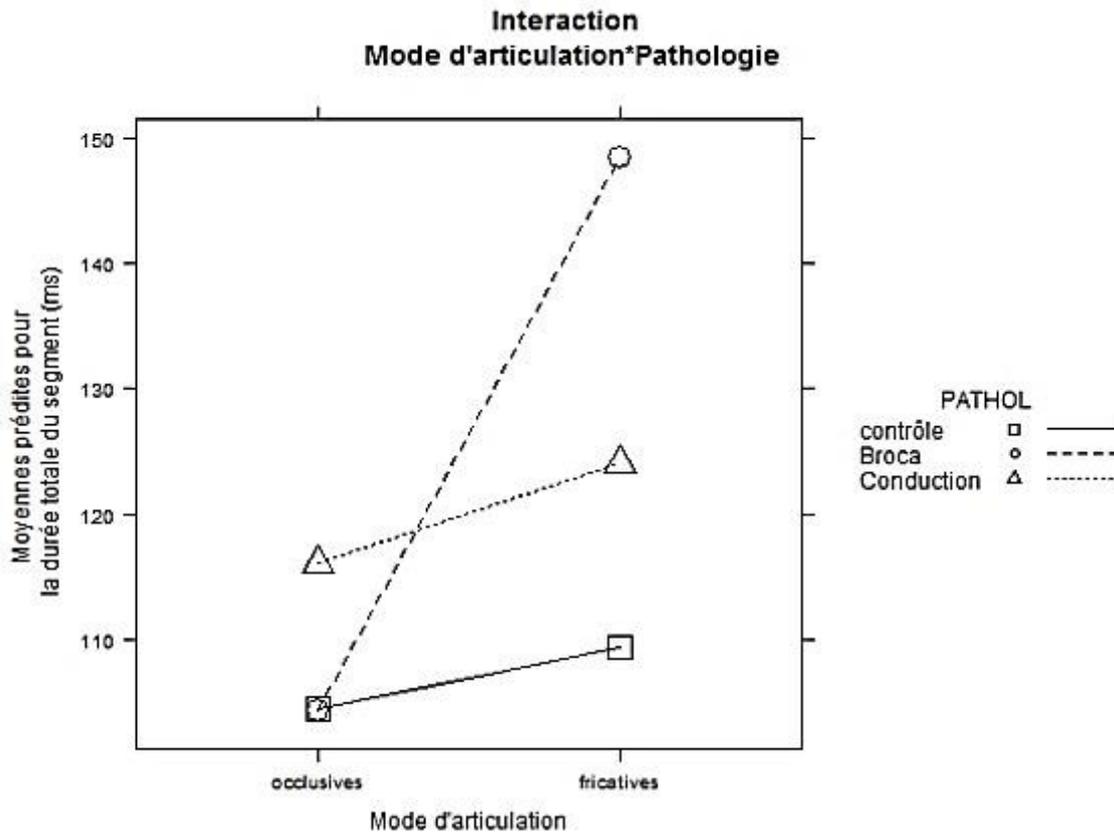


Figure 153. Effet de l'interaction entre le mode d'articulation et la pathologie sur la durée segmentale en contexte V-C.

Synthèse intermédiaire

Les analyses de la durée totale des segments occlusives et fricatifs corrects, produites par les sujets contrôle ainsi que les groupes Broca et Conduction mettent en évidence que ce paramètre est globalement significativement affecté par le mode d'articulation cible dans tous les groupes de sujets de la manière suivante : les consonnes fricatives sont plus longues que les consonnes occlusives (sourdes).

Il existe pourtant des différences en fonction de la pathologie selon le contexte phonique qui suggèrent une variabilité contextuelle du contraste de durée pour l'établissement de l'opposition de mode.

Ainsi, en contexte intersonorant, l'effet du mode d'articulation cible est significatif pour tous les groupes de sujets.

Par contre, en contexte CV, la différence en termes de durée totale entre les fricatives et les occlusives sourdes est significative pour le groupe contrôle et le groupe Conduction mais elle n'est pas significative pour le groupe Broca.

Finalement, en contexte V-C, le contraste de durée entre les deux catégories de phonèmes est significatif pour le groupe Broca mais non pas pour le groupe contrôle et le groupe Conduction.

Par ailleurs, en contexte intersonorant, l'effet du mode d'articulation est affecté par la fréquence syllabique. Globalement, la durée segmentale augmente pour les consonnes fricatives pour les syllabes plus fréquentes par rapport aux moins fréquentes, indépendamment de la pathologie tandis qu'elle se maintient constante pour les occlusives sourdes à travers tous les niveaux de fréquence syllabique.

Durée de la partie de friction

Analyses préalables

Rappelons d'abord que la friction est caractéristique pour une des catégories de phonèmes qu'on étudie dans cette partie - les fricatives - tandis qu'elle n'est pas fréquente dans la description acoustique canonique des occlusives (sourdes), même si certaines exceptions s'échappent à cette règle (cf. le présent chapitre les analyses de la sonorité). Le Tableau 76 présente la distribution des observations où la durée du bruit fricatif est supérieure à 0, en fonction de la pathologie et du mode d'articulation. Ces données font voir que le nombre d'occlusives présentant du bruit fricatif est très limité dans le groupe Conduction.

TABLEAU		
Contexte	Occlusives	Fricatives
Initial	28	498
<i>contrôle</i>	20	210
<i>Broca</i>	7	117
<i>Conduction</i>	1	171
Intersonorant	15	371
<i>contrôle</i>	3	151
<i>Broca</i>	12	96
<i>Conduction</i>	0	124
C-V	30	332
<i>contrôle</i>	18	153
<i>Broca</i>	11	70
<i>Conduction</i>	1	109
V-C	2	212
<i>contrôle</i>	1	86
<i>Broca</i>	1	57
<i>Conduction</i>	0	69
Total	75	1413

TABLEAU 76 Les effectifs : En quels contextes la durée de la friction est supérieure à 0 pour les deux catégories de phonèmes ?

Rappelons ensuite que nous avons décidé d'évaluer tous les phonèmes cible produits par les sujets de cette étude en fonction des mêmes critères afin de permettre les comparaisons entre les catégories, comme nous l'avons explicité dans le chapitre méthodologique. Ainsi, pour une

consonne occlusives cible qui ne présentait pas de friction (dans un contexte où cela aurait pu avoir lieu), la case dans la base de données correspondant à la friction a été marqué « 0 » et non pas « NA ».

En relation avec le paramètre de durée de friction, ils nous intéressent deux aspects.

D'abord, la durée totale de la friction pour les consonnes fricatives. Même pour les productions correctes, il est possible qu'il y ait différences entre les sujets avec pathologie et les sujets contrôle.

En second lieu, il nous intéresse la durée relative de la friction (durée de friction par rapport à la durée totale du segment). Nous nous attendons à observer que le rapport entre la durée totale et la durée de friction soit influencé par le mode d'articulation. Pour les productions correctes dans le groupe contrôle, nous nous attendons à ce que la friction égale la durée du segment. Pour le groupe aphasique, nous nous attendons à observer que la friction n'occupe pas la totalité de la durée du segment, même en production correcte. Cela pourrait être encore plus marqué dans le groupe Broca que dans le groupe Conduction.

En fonction de ces hypothèses, notre objectif en ce qui concerne les analyses de la friction rapportées ci-après est donc double :

- Comparer les durées de friction pour les consonnes fricatives pour les 3 groupes de sujets afin de voir si, en production correcte, il y existe des différences significatives et si s'il existe des différences entre les groupes en fonction des autres facteurs étudiés : la tâche, l'accent, la fréquence syllabique et lexicale.
- Examiner la relation entre la durée de friction et la durée totale du segment cible en fonction de la pathologie, et d'autres facteurs qui potentiellement y interviennent.

Analyses de la durée de friction absolue (fricatives seulement)

Les analyses rapportées ci-après prennent comme objet les consonnes fricatives produites par tous les groupes de sujets, qui ont été perçues correctement. L'objectif des analyses consiste à déterminer l'effet des variables explicatives de l'étude sur la durée de la friction pour les fricatives correctes : pathologie, l'accent, la fréquence lexicale et syllabique et la tâche. Les tests ont été effectués pour chaque contexte séparément.

Contexte initial

Pour le contexte initial, on observe l'effet principal de l'accent ($F(1,21.95)=55.85, p=.027$), l'effet principal de la tâche ($F(1,480.31)=143.91, p=.000$) et l'effet principal de la fréquence syllabique ($F(3,22.61)=32.96, p=.039$). L'absence des interactions avec la pathologie suggère que ces effets sont valables dans tous les groupes de sujets. La pathologie et la fréquence lexicale, ainsi que les autres interactions ne sont pas significatives. Les résultats du modèle final sont présentés dans le Tableau 77.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
Laccent	55.854	1	21.95	0.027
Tache	143.907	1	480.31	0.000
Fsyll	32.965	3	22.61	0.039

TABLEAU 77 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour les analyses de la durée de friction absolue, contexte initial.

Les analyses moyennant *lsmeans* permettent d'observer qu'indépendamment de la pathologie, la durée de la friction augmente de 20.11ms en syllabe accentuée par rapport à la syllabe non accentuée (M=128.04, SD=9.72 vs M=107.93, SD=9.12, $p=0.027$). Cet effet est illustré dans la Figure 154.

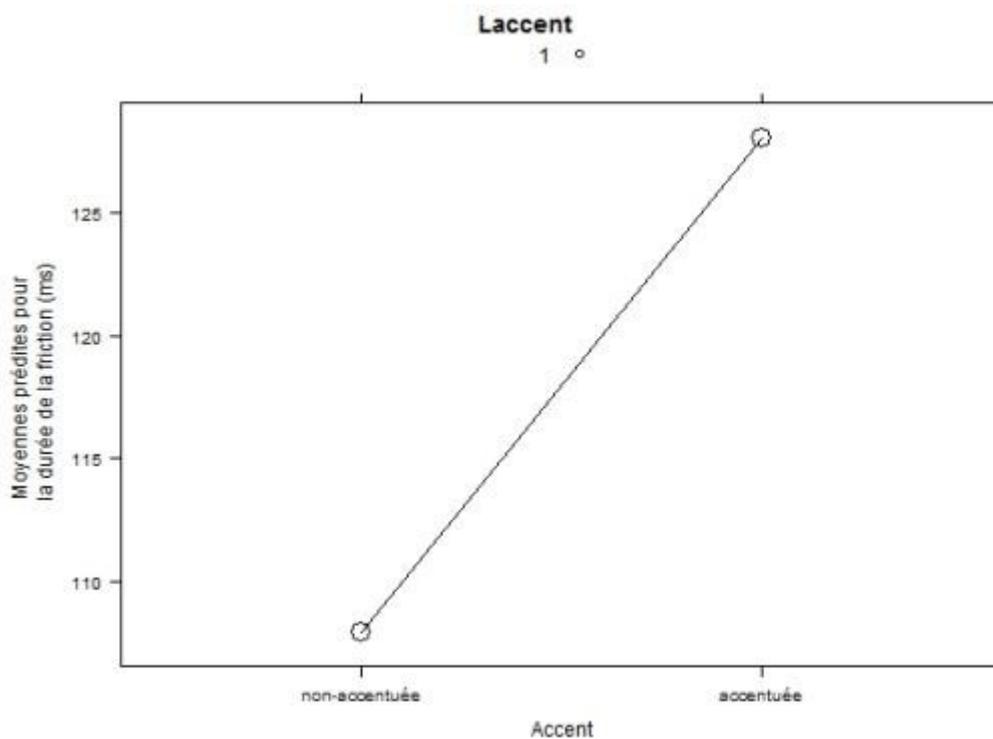


Figure 154. Effet de l'accent sur la durée du bruit fricatif absolue en contexte initial.

Par ailleurs, la durée de la friction augmente de 16.58ms dans la tâche de lecture par rapport à la tâche de répétition (M=126.72, SD=8.69 vs. M=109.69, SD=8.70, $p=0.000$). L'effet de la tâche est illustré dans la Figure 155.

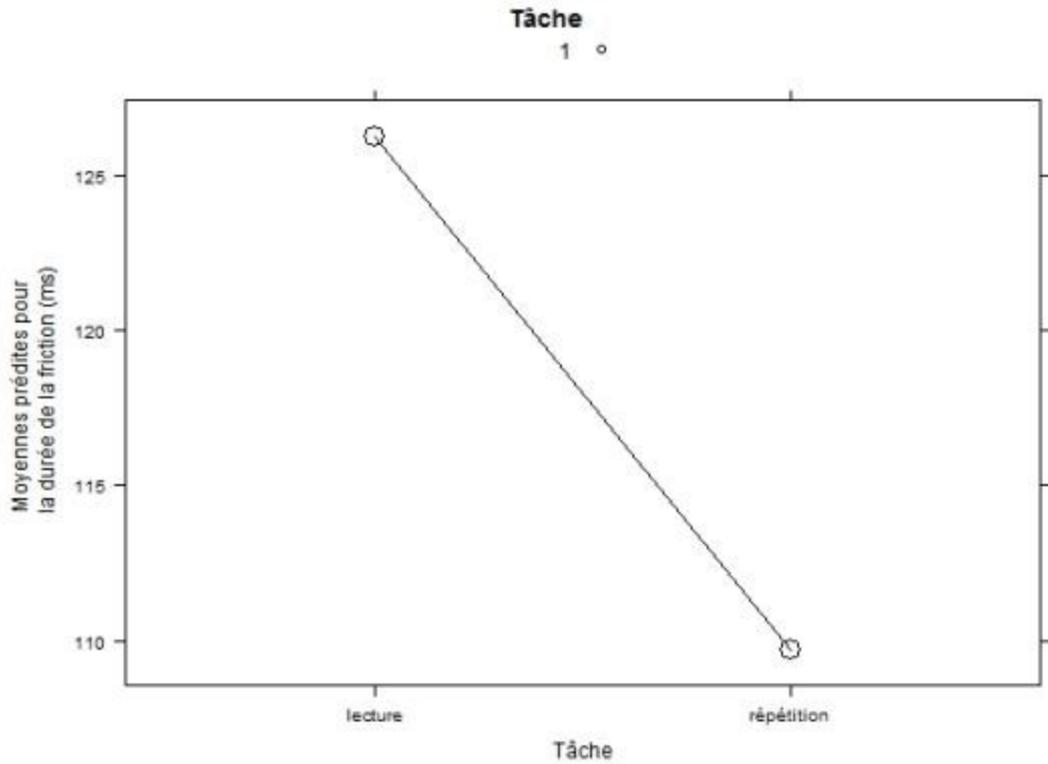


Figure 155. Effet de la tâche sur la durée du bruit fricatif absolue en contexte initial.

Finalement, la durée de la friction montre une tendance à augmenter en syllabes à fréquence 3 par rapport aux syllabes à fréquence 2. Les valeurs augmentent de 23.30ms pour les syllabes plus fréquentes ($M=110.96$, $SD=8.96$ vs. $M=134.17$, $SD=9.31$, $p=.088$). Les autres contrastes ne sont pas significatifs. Cet effet est représenté à la Figure 156.

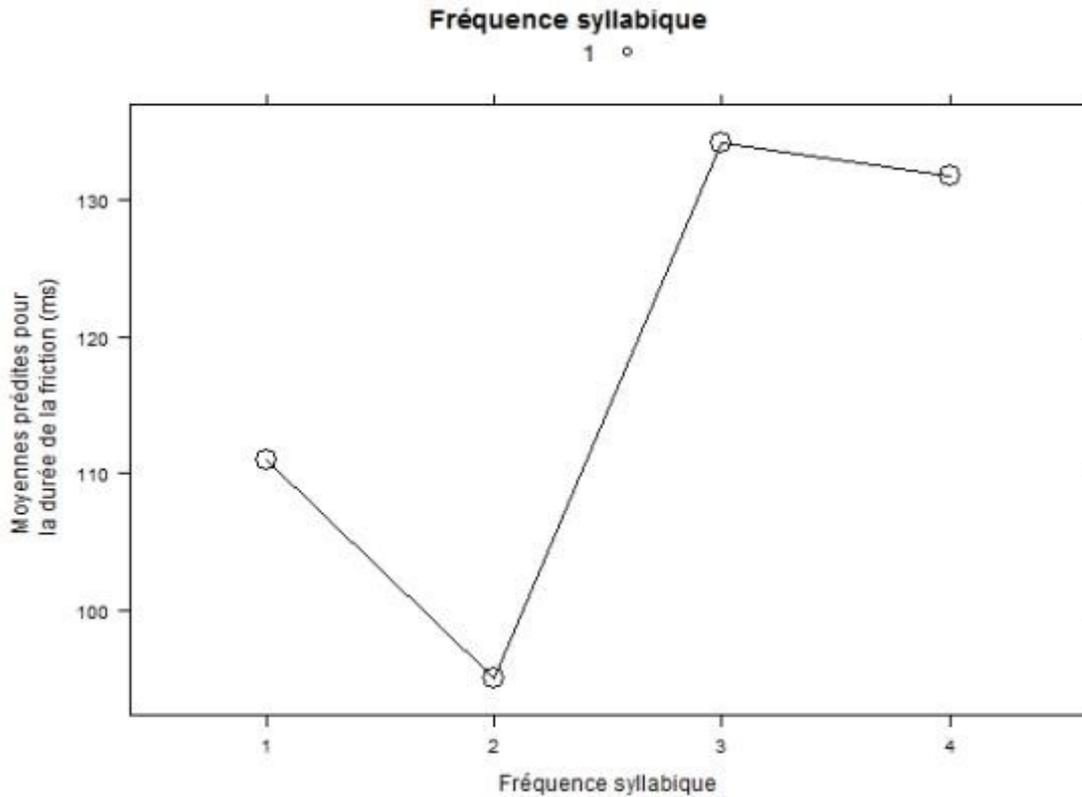


Figure 156. Effet de la fréquence syllabique sur la durée du bruit fricatif absolue, contexte initial.

Contexte intersonorant

Nous observons une effet significatif de l'interaction entre la pathologie et la tâche ($F(2,358.97)=95.75$, $p=.000$), entre la pathologie et la fréquence syllabique ($F(6,358)=58.31$, $p=.000$). On observe par ailleurs l'effet principal de l'accent ($F(1,358.60)=39.09$, $p=.049$), de la tâche ($F(1,359.01)=310.75$, $p=.000$) et de la fréquence syllabique ($F(3,358.98)=164.02$, $p=.000$). La pathologie en tant qu'effet principal n'est pas significative. La fréquence lexicale et l'accent ne sont pas significatifs. Les effets significatifs du modèle final sont donnés dans le Tableau 78.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
PATHOL	0.2171	2	10.44	NS
Tache	310.755	1	359.01	0.000
Fsyll	164.022	3	358.98	0.000
PATHOL:Fsyll	58.316	6	358.96	0.000
PATHOL:Tache	95.750	2	358.97	0.000

TABLEAU 78 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour les analyses de la durée segmentale, contexte intersonorant.

En ce qui concerne l'interaction entre la pathologie et la fréquence syllabique, nous constatons un effet simple de la fréquence tandis que la pathologie n'a pas d'effet significatif.

Globalement, la durée de la friction augmente pour les syllabes plus fréquentes par rapport aux syllabes moins fréquentes. Ainsi, elle augmente de 29.65ms de la syllabe à fréquence 1 par rapport à la syllabe à fréquence 2 ($p=.002$), de 20.99 ms. de la syllabe à fréquence 1 par rapport à la syllabe à fréquence 3 ($p=.035$), de 54.94 ms. de la syllabes les moins fréquente par rapport à la syllabe la plus fréquentes ($p=.000$), de 25.28 ms. de la syllabe à fréquence 2 par rapport à la syllabe à fréquence 4 ($p=.014$) et de 33.95 de la syllabe à fréquence 3 par rapport à la syllabe la plus fréquente ($p=.000$) (les valeurs prédites étant respectivement de 1 à 4: $M=101.78$, $SD=26.71$ vs $M=131,42$, $SD=5.72$ vs $M=122.76$, $SD=6.04$ vs $M=156.71$, $SD=7.77$).

L'examen de l'interaction entre la fréquence syllabique et la pathologie permet de voir que pour le groupe contrôle, les différences des valeurs de la durée de la friction en fonction de la durée syllabique ne sont pas statistiquement significatives tandis que certaines des contrastes entre les syllabes à différentes fréquences sont significatives pour le groupe Broca et Conduction.

Ainsi, pour le groupe Broca, on observe que la durée de la friction diminue de 51.57 ms. en syllabes non fréquentes (la fréquence syllabique 1) par rapport aux syllabes à fréquence 2 ($p=.000$) et de 83.72 ms. par rapport aux syllabes les plus fréquentes (fréquence 4, $p=.000$). Les autres différences ne sont pas significatives (les durées prédites pour ce groupe sont : $M=86.99$, $SD=15.10$ vs $M=146.57$, $SD=9.98$ vs $M=112.20$, $SD=11.03$ vs $M=170.71$, $SD=14.27$).

.

Pour le groupe Conduction, on constate que la durée de la friction diminue de 64.55 ms. en syllabe la moins fréquente par rapport à la plus fréquente ($p=.002$). Les autres contrastes ne sont pas significatifs (les durées prédites pour ce groupe sont : $M=92.16$, $SD=14.11$ vs $M=106.62$, $SD=9.98$ vs $M=127.93$, $SD=10.27$ vs $M=161.70$, $SD=13.28$).

L'interaction est illustrée à la Figure 157.

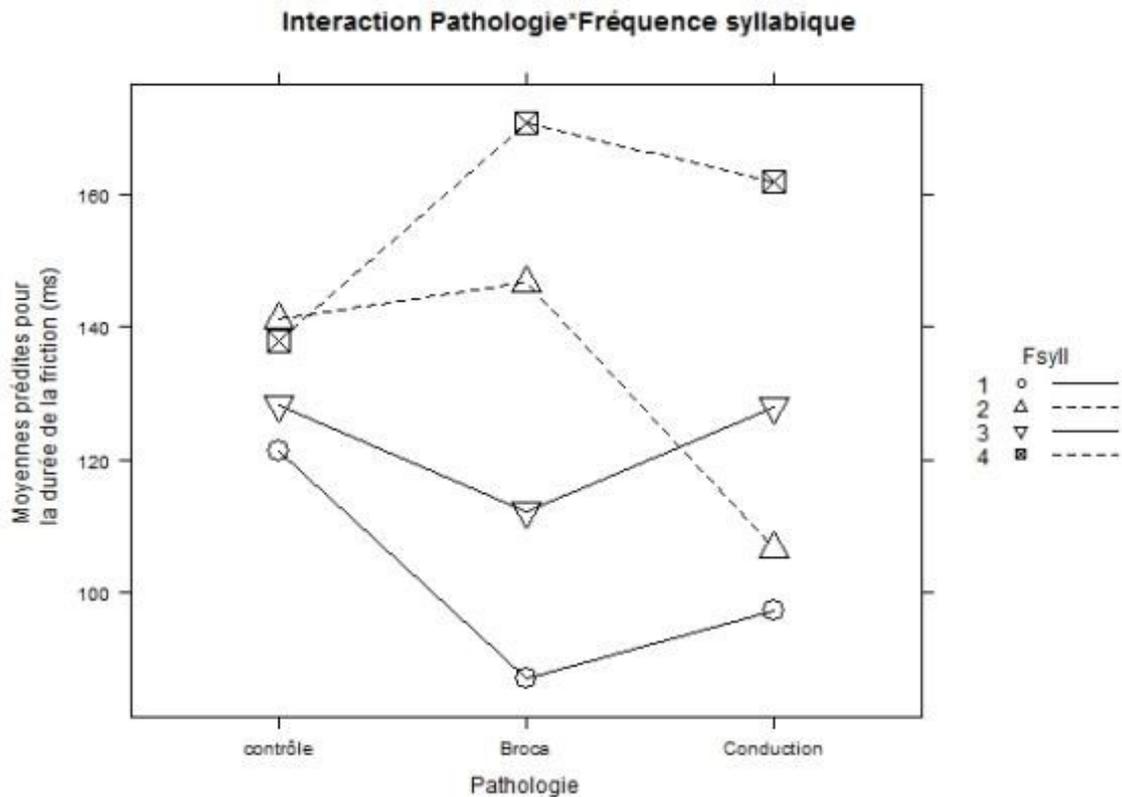


Figure 157. Effet de l'interaction entre la pathologie et la fréquence syllabique sur la durée du bruit fricatif en contexte intersonorant.

En ce qui concerne l'interaction entre la pathologie et la tâche, nous observons d'abord l'effet simple de la tâche. Globalement, la friction augmente de 10.16 ms. dans la tâche de lecture par rapport à la tâche de répétition ($p=.000$).

L'examen de l'interaction permet de voir que les différences des valeurs en fonction de la tâche ne sont pas significatives pour le groupe contrôle ($M=133.07$, $SD=9.72$ en lecture vs $M=131.02$, $SD=9.72$ en répétition, $p=.999$) tandis qu'elles sont très significatives pour le groupe Broca ($M=149.71$, $SD=10.61$ vs $M=108.53$, $SD=10.29$, $p=.000$) et montrent une tendance à la signification pour le groupe Conduction ($M=131.96$, $SD=10.03$ vs $M=114,75$, $SD=10.10$, $p=.060$). Pour ces deux groupes de sujets la durée de la friction augmente significativement, ou presque significativement dans la tâche de lecture par rapport à la répétition, de 41.62 ms. pour le groupe Broca et de 17.21 ms. pour le groupe Conduction.

L'interaction est illustrée à la Figure 158.

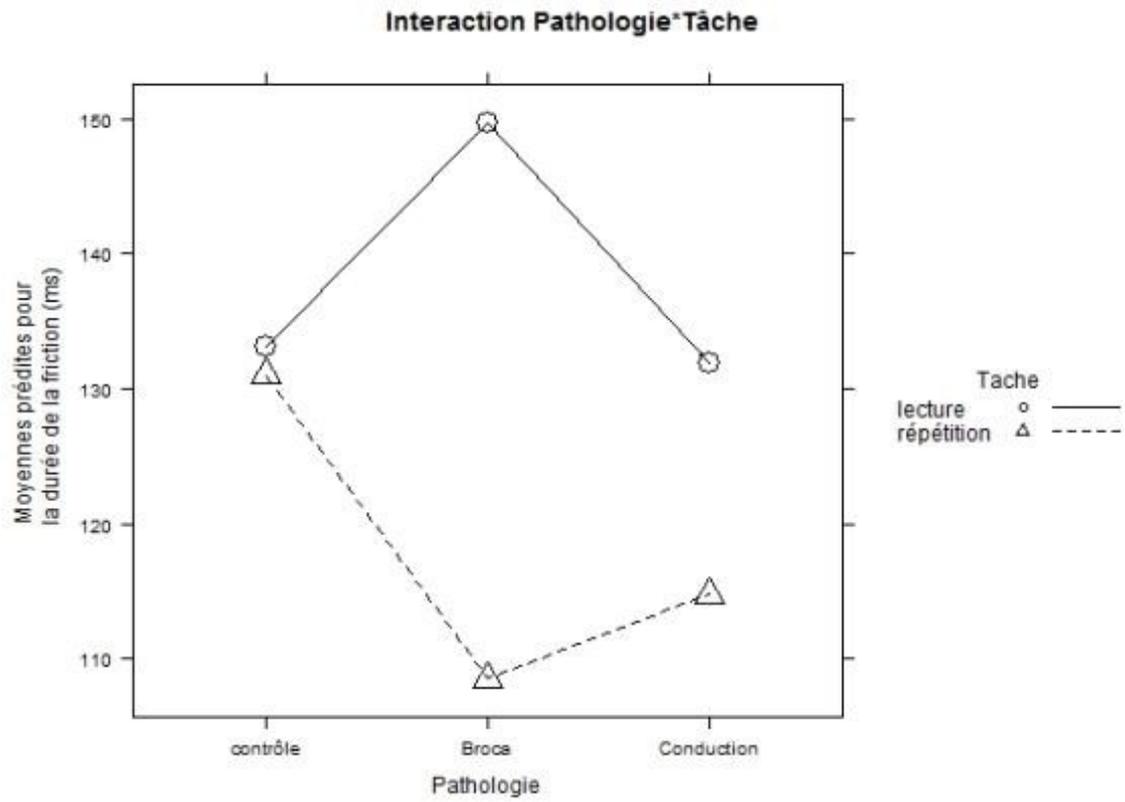


Figure 158. Effet de l'interaction entre la pathologie et la tâche sur la durée du bruit fricatif en contexte intersonorant.

Contexte C-V

Les analyses de la durée de friction absolue montrent un effet de l'interaction entre la pathologie et la tâche ($F(2,315.32)=59.38, p=.0003$). Nous observons également l'effet principal de la fréquence syllabique ($F(3,14.55)=48.18, p=.016$) et de la tâche ($F(1,315.27)=46.22, p=.032$). La pathologie et l'accent ne sont pas significatifs en tant qu'effets principaux. La fréquence lexicale n'est pas significative. Les effets significatifs du modèle final sont résumés dans le Tableau 79.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
PATHOL	0.8282	2	9.003	NS
Tache	46.219	1	315.272	0.032
Fsyll	48.185	3	14.555	0.016
PATHOL:Tache	59.382	2	313.323	0.003

TABLEAU 79 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour les analyses de la durée fricative absolue, contexte C-V.

En ce qui concerne l'interaction entre la pathologie et la tâche, nous observons que globalement, la friction est de 9.64ms plus longue dans la tâche de lecture par rapport à la répétition ($M=124.42, SD=7.94$ vs $M=114.77, SD=7.89, p=.032$).

Pourtant, l'examen de l'interaction avec la pathologie montre que cette différence est significative uniquement pour le groupe Broca ($M=125.59, SD=13.77$ vs $M=92.47, SD=13.55, p=.004$), où les durée augmente de 33.12 ms. dans la tâche de lecture par rapport à la répétition, mais pas pour le groupe contrôle ($p=.993$) et le groupe Conduction ($p=1.000$).

L'interaction est illustrée à la Figure 159.

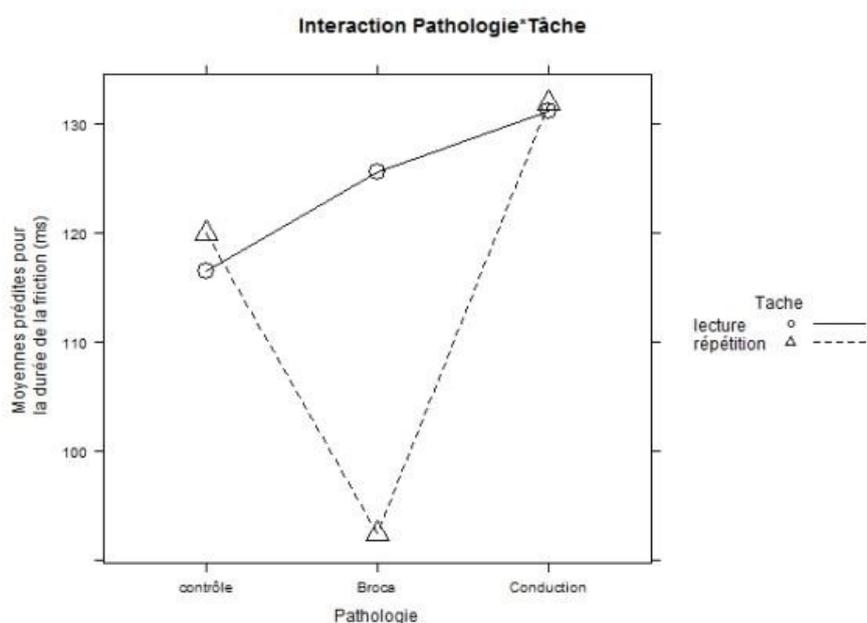


Figure 159. Effet de l'interaction entre la pathologie et la tâche sur la durée du bruit fricatif en contexte C-V.

Concernant l'effet principal de la fréquence syllabique, l'analyse révèle que la durée syllabique est inférieure pour les syllabes à fréquence 3 par rapport aux syllabes les plus fréquentes de 30.13 ms. (M=107.15, SD=9.13 vs M=137.28, SD=9.02, $p=.011$). Ce résultat est illustré dans a Figure 160.

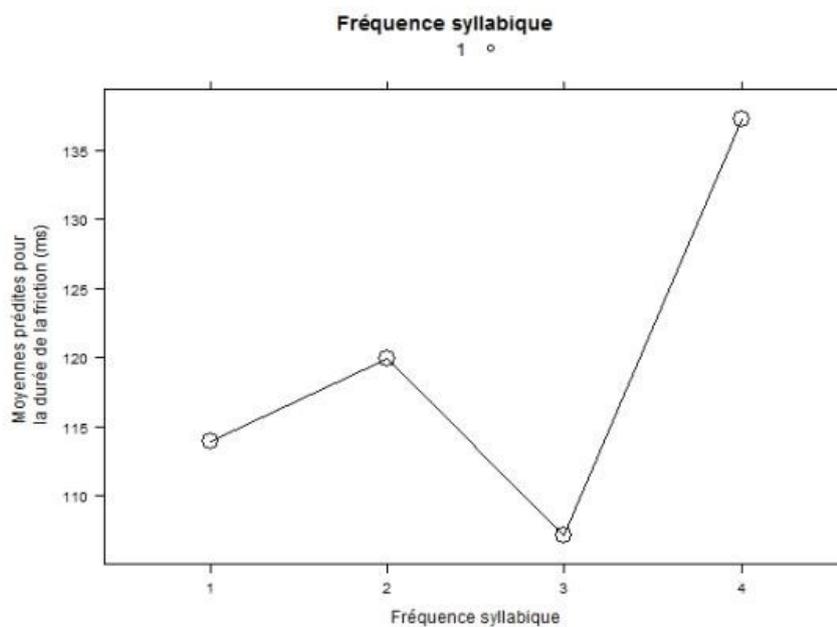


Figure 160. Effet de la fréquence syllabique sur la durée du bruit fricatif en contexte C-V.

Contexte V-C

Les analyses mettent en évidence l'effet de la tâche ($F(1,203.43)=7.06, p=.008$). Les autres effets et interactions ne sont pas significatifs.

Les analyses *post hoc* montrent qu'en ce qui concerne le contexte V-C, la durée de la friction augmente de 15.12 ms., pareil que pour d'autres contextes, dans la tâche de lecture par rapport à la répétition, indépendamment de la pathologie ($M=126.97, SD=10.92$ vs $M=111.85, SD=10.96, p=.008$). Ce résultat est illustré dans la Figure 161.

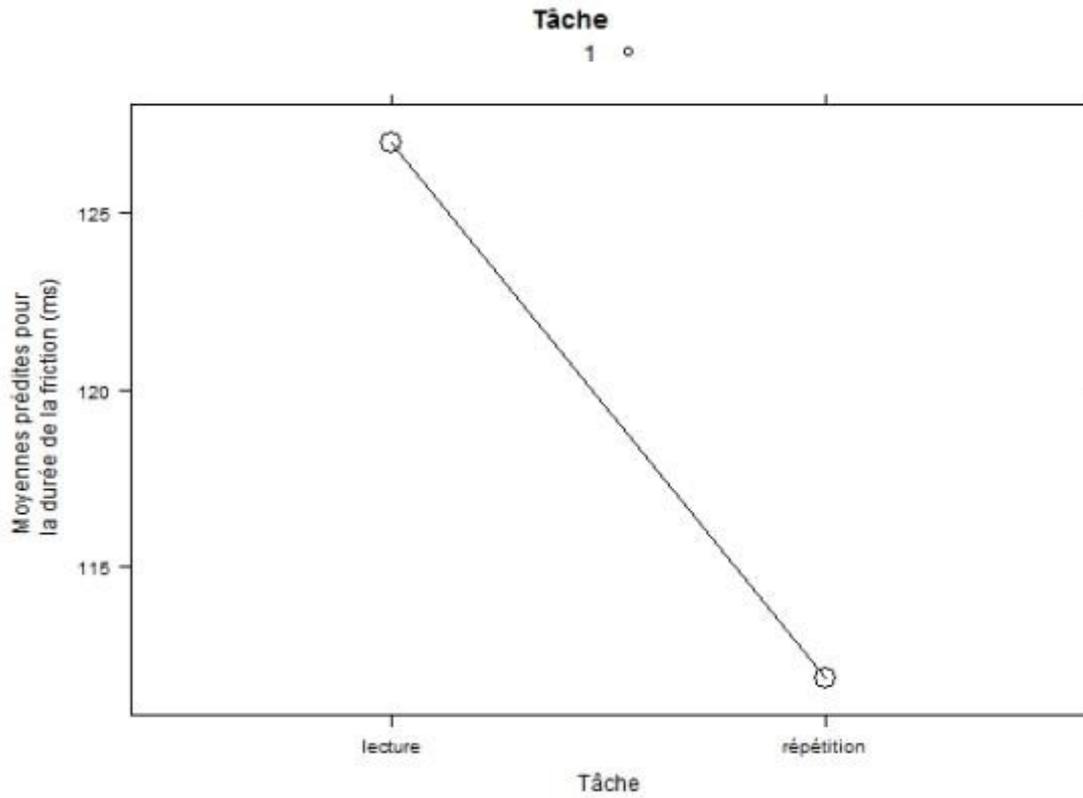


Figure 161. Effet de la tâche sur la durée du bruit fricatif absolue en contexte V-C.

Analyses de la durée de friction relative

Contexte intersonorant

Rappelons que nous examinons ici le pourcentage du bruit fricatif pendant la tenue consonantique tant pour les consonnes occlusives (sourdes) que les fricatives.

Les analyses de la durée du bruit fricatif relative mettent en évidence un effet significatif du mode d'articulation ($F(1,835.06)=9385.60$, $p=.000$). Cet effet dépend à son tour de la pathologie, comme l'indique l'interaction entre le mode et la pathologie ($F(2,835.05)=20.40$, $p=.000$). Les valeurs de la variable dépendante changent également en fonction de l'interaction entre le mode d'articulation, la pathologie et la fréquence syllabique ($F(3,835.28)=3.70$, $p=.001$), tandis que l'interaction entre le mode d'articulation et la fréquence n'est pas significative indépendamment de la pathologie ($p>.05$). Les résultats du modèle final sont présentés dans le Tableau 80.

TABLEAU

Variable	<i>F</i>	NUM d.f.	DEN d.f.	<i>p</i> value
PATHOL	2.0	2	835.06	NS
Locclus	9385.6	1	835.06	0.000
Flex	2.0	3	835.06	NS
PATHOL:Locclus	20.4	2	835.05	0.000
Locclus:Flex	1.8	3	835.33	NS
PATHOL:Locclus:Flex	3.7	6	835.28	0.001

TABLEAU 80 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour les analyses de la durée du bruit fricatif relative, contexte intersonorant.

Globalement, en accord avec la bibliographie, le pourcentage de friction augmente pour les consonnes fricatives correctes par rapport aux occlusives (occlusives 0.88% vs fricatives 93.80%, $p=.000$).

L'interaction avec la pathologie suggère que l'effet du mode d'articulation dépend du groupe de sujets. En effet, l'interaction montre que le pourcentage de friction pendant la tenue consonantique diminue significativement pour les fricatives produites par le groupe Broca par rapport au groupe contrôle (Broca : $M=86.38\%$ vs contrôle : $M=99.09\%$, $p=.009$) et montre une tendance à la signification par rapport au groupe Conduction (Broca : 86.38%, vs Conduction 95.93%, $p=.067$). Cet effet est illustré à la Figure 162.

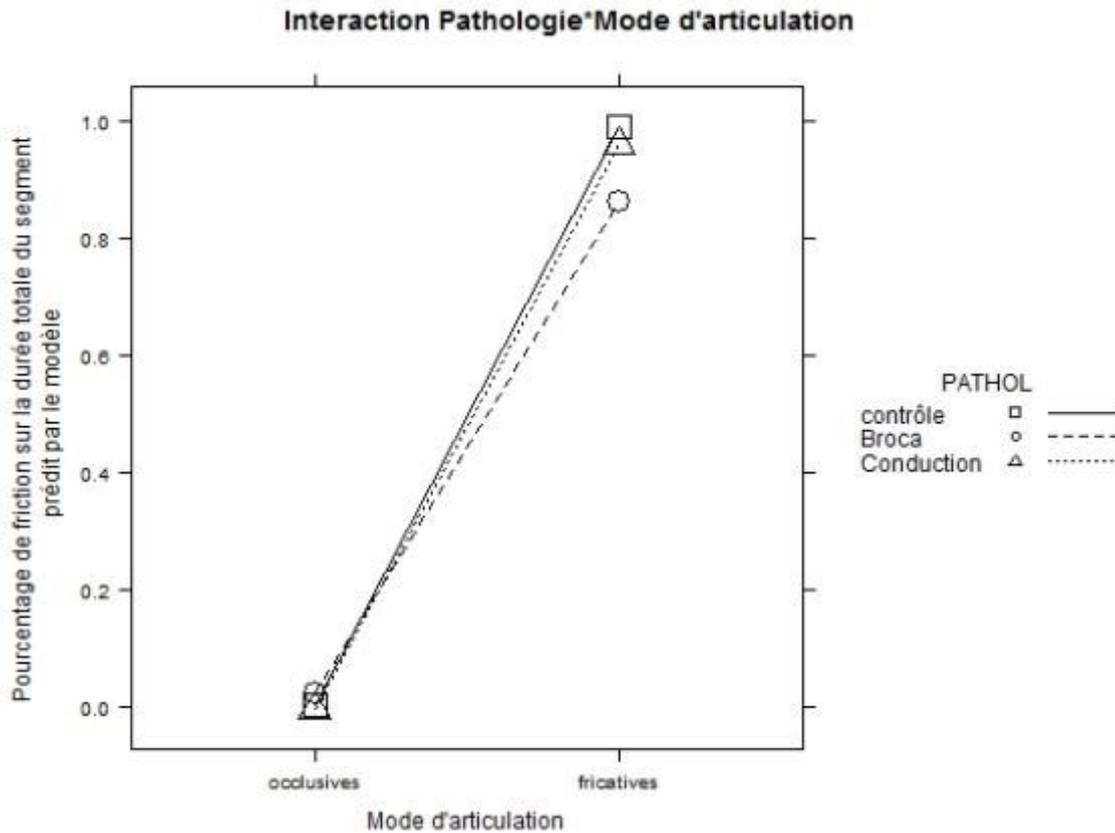


Figure 162. Effet de l'interaction entre le mode d'articulation et la pathologie sur la durée du bruit fricatif relative en contexte intersonorant.

Néanmoins, l'interaction entre la pathologie et le mode d'articulation est affectée à son tour par la fréquence syllabique. L'examen de l'interaction triple entre la pathologie, le mode d'articulation et la fréquence lexicale montre que l'effet de la fréquence lexicale réside à l'intérieur du groupe Broca, entre les mots à fréquence 1 (les moins fréquents) et les mots à fréquence 2, tandis que la fréquence n'influence pas la production chez les sujets contrôle ni le groupe Conduction.

Ainsi, pour le groupe Broca, la durée relative de la friction augmente de 0.22 fois pour les mots non fréquents ($p=.007$) par rapport aux mots à fréquence 2, les pourcentages du bruit fricatif au long de la durée d'une consonne fricative étant de 96% pour les mots les plus fréquents et de 75% pour les mots à fréquence 2. Les autres différences ne sont pas significatives.

La Figure 163 illustre les valeurs de la variable de la durée relative (en pourcentage) pour tous les groupes de sujets.

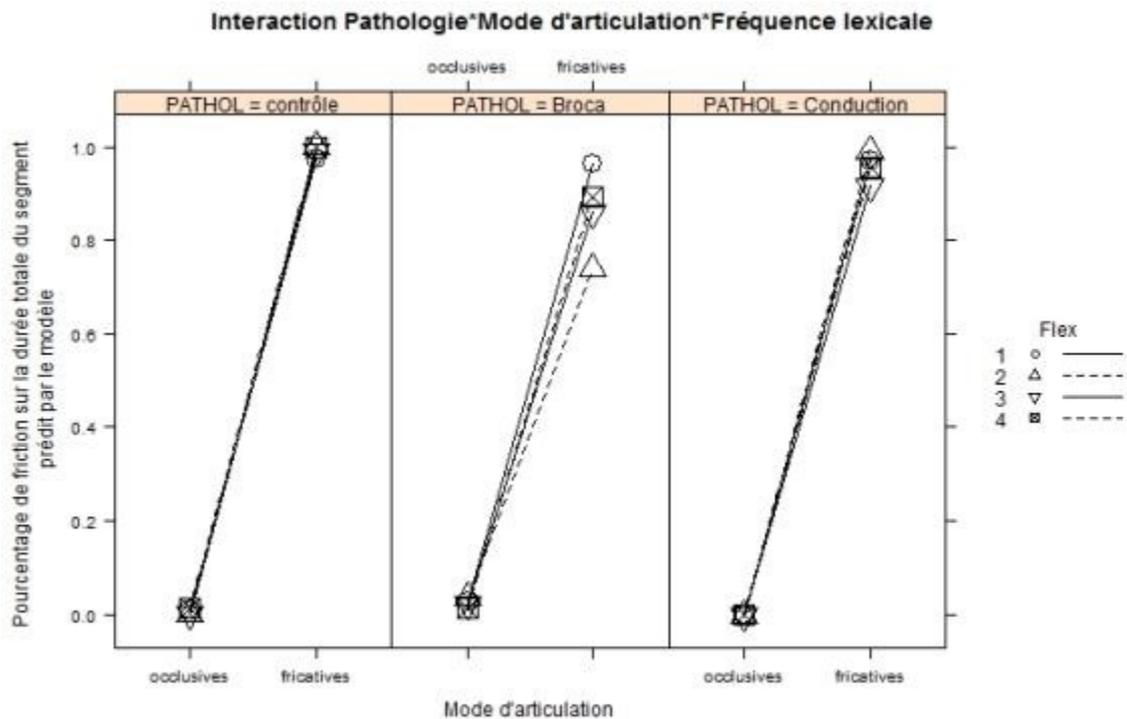


Figure 163. Effet de l'interaction entre le mode d'articulation, la pathologie et la fréquence lexicale sur la durée du bruit fricative relative en contexte intersonorant.

Contexte C-V

En ce qui concerne le contexte C-V, les analyses montrent un effet du mode d'articulation ($F(1,34.41)=3407.60, p=.000$) ainsi que de l'interaction entre le mode d'articulation et la pathologie ($F(2,703.50)=6.10, p=.002$). Par ailleurs, le mode d'articulation affecte les pourcentage de friction différemment en fonction de l'interaction de la fréquence lexicale et la pathologie ($F(6,702.18)=2.50, p=.022$). Les résultats du modèle final sont présentés dans le Tableau 81.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
PATHOL	3.8	2	12.86	0.050
Locclus	3407.6	1	34.41	0.000
Flex	1.4	3	34.36	NS
PATHOL:Locclus	6.1	2	703.50	0.002
PATHOL:Flex	2.9	6	703.57	0.008
Locclus:Flex	2.3	3	34.21	0.091
PATHOL:Locclus:Flex	2.5	6	702.18	0.022

TABLEAU 81 Résumé des effets significatifs du modèle mixte linéaire pour les analyses de la durée absolue, contexte C-V.

Globalement, la variable dépendante dépend du mode d'articulation. On constate que le pourcentage de friction est de 93.5% pour les fricatives et de 2.9% pour les occlusives, une différence qui est très significative ($p=.000$), comme attendu.

Nous observons par ailleurs l'effet de l'interaction entre le mode et la pathologie, illustrée à la Figure 164. L'examen de cette interaction montre qu'en effet, la différence des valeurs pour la catégories fricatives entre le groupe contrôle et le groupe Broca est significative (contrôle 98.09% et Broca 85.17%). La différence dans cette même catégorie entre le groupe Broca et le groupe Conduction (97.23%) s'approche à la signification avec $p=.053$). Les différences dans la catégorie occlusives sourdes ne sont pas affectées par la pathologie.

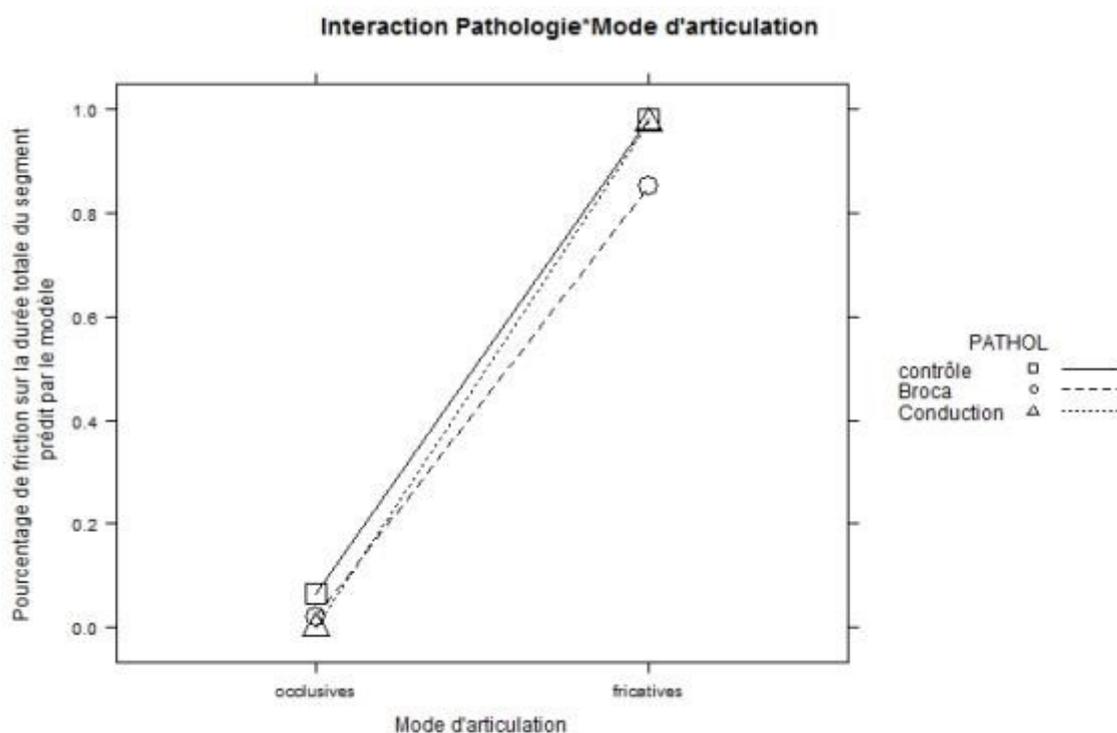


Figure 164. Effet de l'interaction entre le mode d'articulation et la pathologie sur la durée du bruit fricatif relative en contexte C-V.

Finalement, nous observons l'effet de l'interaction entre la pathologie, le mode d'articulation et la fréquence lexicale. L'examen de l'interaction triple montre que l'effet de la fréquence lexicale réside à l'intérieur du groupe Broca, entre les consonnes placées dans les mots à fréquence 1 (les moins fréquents) et les mots à fréquence 2 par rapport aux consonnes placées dans les mots les plus fréquents. La fréquence lexicale n'influence pas la production chez les sujets contrôle ni le groupe Conduction.

Etant donné que l'effet de la pathologie est globalement significatif, nous avons effectué une analyse séparée pour le groupe Broca.

Pour le groupe Broca, la durée relative de la friction augmente de 0.27 fois pour les consonnes placées dans les mots non fréquents par rapport aux mots les plus fréquents ($p=.004$), le pourcentage de la friction au long de la durée d'une consonne fricative étant de 93% pour les mots les plus fréquents et de 66% pour les mots les plus fréquents.

En outre, la durée relative de la friction augmente de 0.33 fois pour les mots à fréquence 2 par rapport aux mots les plus fréquents (fréquence 4, $p=.035$), les pourcentages de la friction étant respectivement de 99% pour les mots à fréquence 2 et de 66% pour les mots à fréquence 4 (les plus fréquents). Les autres contrastes ne sont pas significatifs.

La Figure 165 illustre les valeurs de la variable de la durée relative (en pourcentage) pour tous les groupes de sujets.

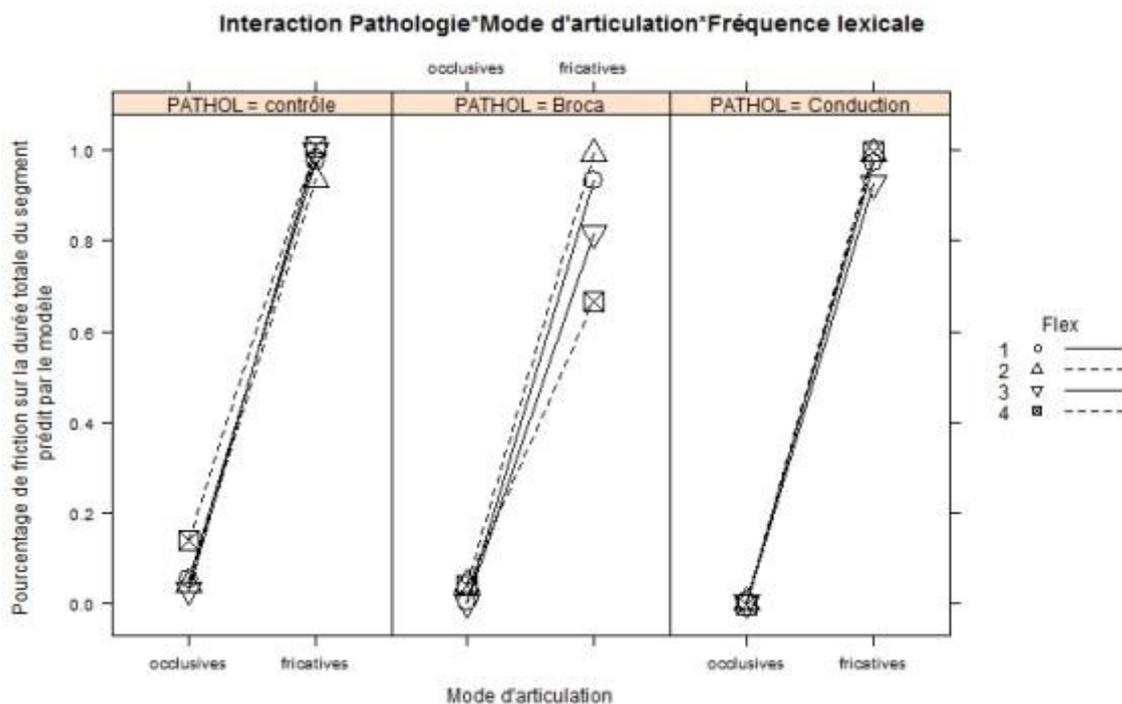


Figure 165. Effet de l'interaction entre le mode d'articulation cible, la pathologie et la fréquence lexicale sur la durée du bruit fricatif relative en contexte C-V.

Contexte V-C

La fréquence lexicale et syllabique n'ont pas été retenues pour les présentes analyses à cause du manque d'observations pour certains niveaux de ces variables.

Les analyses montrent un effet du mode d'articulation ($F(1,42.60)=870.46$, $p=.000$). Les autres effets et interactions ne sont pas significatifs.

Nous constatons que le pourcentage de friction sur la durée totale du segment est largement supérieur pour les fricatives par rapport aux occlusives, les pourcentages étant respectivement de 0.8% pour les occlusives sourdes et 92.4% pour les fricatives. L'effet est illustré à la Figure 166.

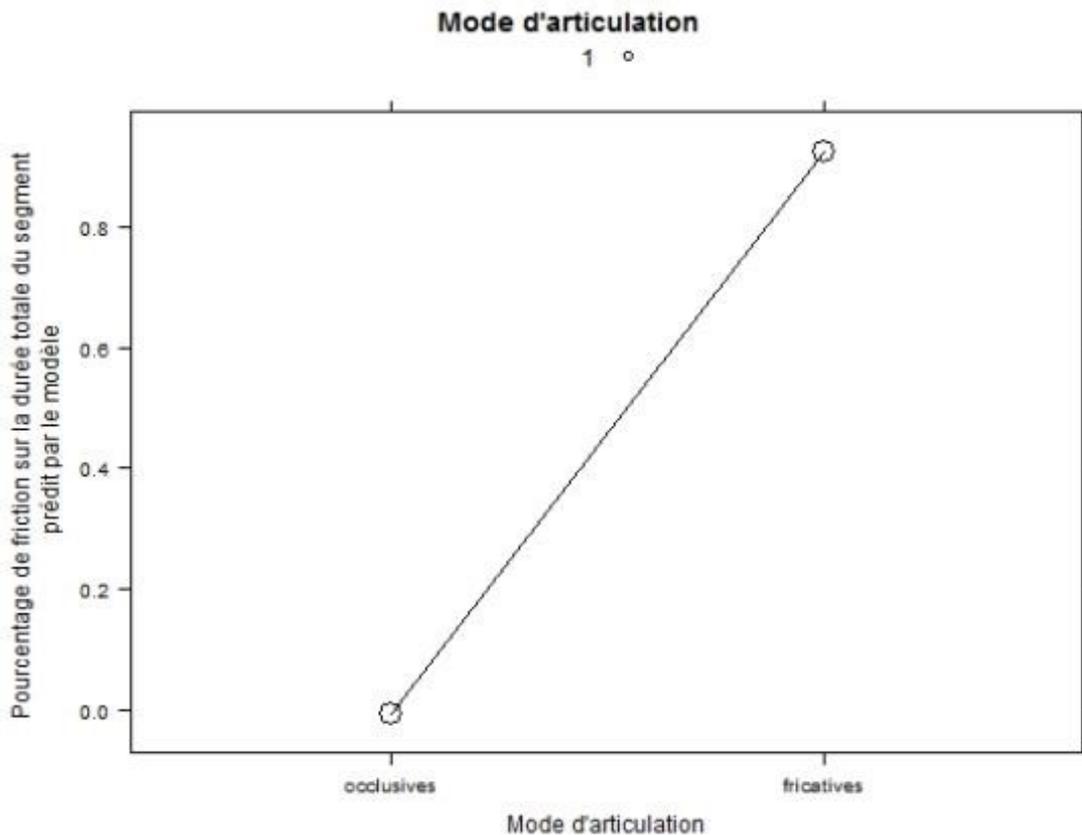


Figure 166 Effet du mode d'articulation sur la durée du bruit fricatif relative en contexte V-C.

Synthèse intermédiaire

L'objectif des analyses rapportées dans cette partie consistait à examiner les effets des variables explicatives de l'étude sur la durée de bruit fricatif absolue et relative (c.à.d. la durée du bruit fricatif pendant la tenue consonantique).

En ce qui concerne la durée du bruit fricatif, les analyses – limitées aux consonnes fricatives perçues correctement - révèlent qu'en position initiale, le bruit fricatif augmente en position accentuée par rapport à non-accentuée (effet de l'accent), augmente en lecture par rapport à la répétition (effet de la tâche) et augmente pour les syllabes les plus fréquentes par rapport aux moins fréquentes (effet de la fréquence syllabique). Ces effets, en contexte initial post-pausal, sont indépendants de la pathologie.

Ensuite, en ce qui concerne le contexte C-V, nous observons d'abord un effet de fréquence syllabique qui est significatif uniquement pour le groupe Broca et Conduction tandis qu'il n'est pas significatif pour le groupe contrôle. Les contrastes significatifs, pour les sujets aphasiques est entre les syllabes à fréquence 1 et celles à fréquence 3 et 4, où le bruit fricatif augmente sensiblement.

Nous observons ensuite l'effet de la tâche, encore uniquement pour les sujets avec pathologie (tendance à la signification pour le groupe Conduction et très significatif pour le groupe Broca). Le bruit fricatif est plus long en lecture par rapport à la répétition.

Finalement, quant au contexte V-C, nous observons un effet significatif de la fréquence syllabique indépendamment de la pathologie. La durée du bruit fricatif augmente pour les syllabes les plus fréquentes par rapport à celles à fréquence 3. Par ailleurs, il y a un effet significatif de la tâche dans le groupe Broca qui ne s'observe pas dans le groupe contrôle et Conduction. Pour ce groupe de sujets, la durée du bruit fricatif augmente en lecture par rapport à la répétition.

On n'observe pas d'effets de fréquence lexicale dans aucun contexte.

En ce qui concerne notre deuxième objectif, l'analyse comparative entre les fricatives et les occlusives sourdes en termes de durée relative du bruit fricatif, mesuré en pourcentage de friction pendant la tenue consonantique, montre d'abord, comme attendu, que les valeurs de ce paramètre augmentent pour les fricatives par rapport aux occlusives mais ce qui est plus intéressant, montre également que les pourcentages de friction sont globalement inférieurs dans le groupe Broca par rapport au groupe contrôle et le groupe Conduction (résultat observé pour les contextes intersonorant et C-V).

En plus, le résultat indique que le comportement phonique est affecté par une variable du haut niveau, la fréquence lexicale, même si la direction de cet effet varie en fonction du contexte. Uniquement les consonnes fricatives sont affectées par cet effet. L'effet de fréquence (lexicale et syllabique, là où il a pu être mesuré) n'existe pas, par ailleurs, pour le groupe contrôle et le groupe Conduction.

Productions incorrectes

Objectifs

L'objectif global des analyses rapportées ci-après consiste à déterminer si les erreurs associées au changement du mode d'articulation sont systématiquement différenciées des productions correctes des mêmes sujets en fonction de la pathologie. En d'autres termes, nous cherchons à savoir s'il y a un traitement phonique différencié des deux catégories de sons – erreurs et non-erreurs – dans un type d'aphasie mais pas dans l'autre.

Par « systématiquement » nous entendons que l'effet de l'erreur se manifesterait dans tous les contextes, indépendamment des contraintes phonétiques et psycholinguistiques considérées dans cette étude.

Hypothèses

Notre hypothèse générale postule que le groupe Broca présente un déficit au niveau phonétique qui affecte la programmation articulo-gestuelle pour la production de la parole, tandis que les mécanismes responsables de la programmation phonologique, se situant au niveau supérieur, restent intacts. Selon cette hypothèse, les erreurs de substitution, y compris les substitutions associées au mode d'articulation qui sont objet de nos analyses dans cette partie, résultent chez ces patients de troubles de programmation (computation) à l'étape postérieure à l'encodage phonologique. Par conséquent, nous nous attendons à dégager dans l'expression phonique de sujets de Broca des traces acoustiques indicatives de la bonne sélection phonémique, c.à.d. des caractéristiques acoustiques du phonème ciblé. Ces traces, nous estimons, seront présentes dans la totalité de la production bien que elles soient plus visibles dans certains contextes facilitateurs (effets de l'accent, de la tâche, du contexte phonique). Bref, les sujets de Broca chercheront à implémenter l'opposition phonologique de mode d'articulation par les moyens phoniques à leur portée, certains contextes étant facilitateurs pour la mise en place du contraste tandis que d'autres étant plus propices à l'erreur (par exemple, la position initiale).

Par contre, notre hypothèse sur le déficit observable dans le groupe Conduction prédit que la nature du déficit – se manifestant à la surface par le même type d'erreurs – est pourtant différente à celle dans le groupe Broca. Leur trouble survient à l'étape directement précédant l'encodage phonétique, c.à.d. au niveau de la sélection et de l'ordonnement des phonèmes. En même temps, ces patients ne présentent aucune difficulté au moment de programmer les gestes articulo-gestuels une fois les phonèmes ont été sélectionnés. Par conséquent - si on opère dans le cadre des architectures sérielles - il n'y a aucune raison pour s'attendre à observer chez ces patients des traces acoustiques de la cible dans un phonème mal sélectionné puisqu'il sera implémenté articulo-gestuellement de la même manière qu'un phonème sélectionné correctement. Bref – si interprétés sous cet éclairage - les erreurs et les consonnes correctes ne seront pas différenciées sur le plan phonique.

Il convient de souligner qu'il existe une perspective qui offre une explication alternative de la présence des traces acoustiques dans le signal. Dans le cadre d'un modèle qui permet un certain degré d'interaction entre les composantes (phonologique et phonétique, en ce qui nous concerne), la matière sonore peut toujours présenter des traces acoustiques des phonèmes non sélectionnés.

qui ont été activées pendant le traitement. Selon cette optique, il sera possible d'observer des traces acoustiques des compétiteurs dans la parole des sujets qui n'ont pas de difficultés articulatoires – le groupe Conduction ou encore le groupe contrôle. La présence des traces acoustiques appartenant à d'autres catégories de phonèmes pourrait alors dériver des troubles à inhiber/renforcer des connexions. Pourtant, dans ce cas, nous nous attendrions à observer des effets des contraintes autres que dans le groupe Broca qui influencent l'effet de l'erreur sur les valeurs des paramètres acoustiques, en particulier des effets de fréquence (lexicale et syllabique).

Pour synthétiser, dans la partie qui suit, nous effectuerons une analyse comparative des erreurs associées au changement de mode d'articulation et des productions correctes dans le but d'identifier :

- L'effet de l'erreur (c.à.d. l'effet du mode d'articulation cible)
- L'effet de l'interaction entre l'erreur de la pathologie
- L'effet des interactions entre l'erreur et les variables phonétiques et phonologiques de l'étude
- L'effet des interactions entre l'erreur et les variables phonétiques et phonologiques de l'étude en fonction de la pathologie.

Fricativisations

Nous appelons fricativisations les consonnes occlusives cible qui ont été perçues comme fricatives. Rappelons que nous avons recensé 89 erreurs de ce type.

Sur le plan articulatoire, l'articulation des consonnes fricatives implique un resserrement du canal vocal sans qu'il se produise, contrairement aux consonnes occlusives, sa fermeture complète. Cela se traduit sur le plan acoustique, par la présence du bruit de frottement (bruit fricatif) pendant la tenue consonantique dans le cas des fricatives et la présence du silence correspondant à la fermeture du canal vocal, dans le cas des occlusives. Par conséquent, ce qui détermine la perception d'une consonne comme fricative ou occlusive c'est la proportion du bruit fricatif pendant la tenue consonantique.

Bien que la durée du bruit fricatif semble décisive pour la perception du mode d'articulation, il existe d'autres paramètres qui renforcent (ou accompagnent) la perception du mode d'articulation, comme nous avons pu déterminer sur la base des données de notre protocole. Les fricatives sont généralement plus longues que les occlusives, indépendamment du contexte. Pour cela, afin de déterminer si les erreurs de fricativisation se distinguent sur le plan phonique des fricatives correctes, nous avons retenu les deux paramètres pour l'examen : la durée relative du bruit fricatif et la durée de la tenue consonantique.

Les analyses préalables montrent que des 89 fricativisations au total, 42 ont été observées dans le groupe Broca et 47 dans le groupe Conduction. La distribution des observations en fonction du groupe et du contexte phonique est donnée dans le Tableau 82.

TABLEAU

Contexte	Fricativisations	Fricatives
Initial	34	402
<i>Broca</i>	25	161
<i>Conduction</i>	9	241
Intersonorant	11	298
<i>Broca</i>	11	138
<i>Conduction</i>	0	160
C-V	9	227
<i>Broca</i>	2	96
<i>Conduction</i>	7	131
V-C	32	178
<i>Broca</i>	2	78
<i>Conduction</i>	30	100
Total	86	1105

TABLEAU 82 Nombre d'observations participant dans l'analyse des fricativisations en fonction de la pathologie et du contexte.

Durée segmentale

Rappelons que pour les analyses de la durée segmentale nous avons pris en compte les observations dans les contextes où ce paramètre a pu être mesuré, c.à.d. position intersonorante, C-V et V-C.

Les analyses montrent un effet de l'erreur du mode d'articulation ($F(1,540.65)=39.42, p=.047$). Cet effet dépend à son tour de l'interaction avec la pathologie et la tâche ($F(1,725.48)=80.34, p=.005$). L'interaction entre la pathologie et l'erreur (mode d'articulation cible) n'est pas significative en dehors de l'interaction triple, mais elle montre une tendance à la signification qu'étant donné sa pertinence pour nos hypothèses, nous tenons à rapporter. Les résultats du modèle final sont présentés dans le Tableau 83.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
Locclus	39.425	1	540.65	0.047
PATHOL	0.0136	1	7.97	NS
Fsyll	77.498	3	55.12	0.000
Tache	81.631	1	723.45	0.004
Locclus:PATHOL	33.094	1	693.33	0.069
PATHOL:Tache	11.528	1	725.45	NS
Locclus:Tache	0.2203	1	723.58	NS
Locclus:PATHOL:Tache	80.344	1	725.48	0.005

TABLEAU 83 Effets significatifs du modèle final pour l'analyse de la durée totale en fonction de l'erreur du mode d'articulation et d'autres facteurs de l'étude, tous les contextes confondus.

Nous observons que globalement les consonnes fricatives correctes sont de 14.83ms plus longues que les erreurs ($M=120.23ms, SD=10.85ms$ vs $M=135.07ms, SD=8.33ms, p=.048$). Cet effet est illustré à la Figure 167.

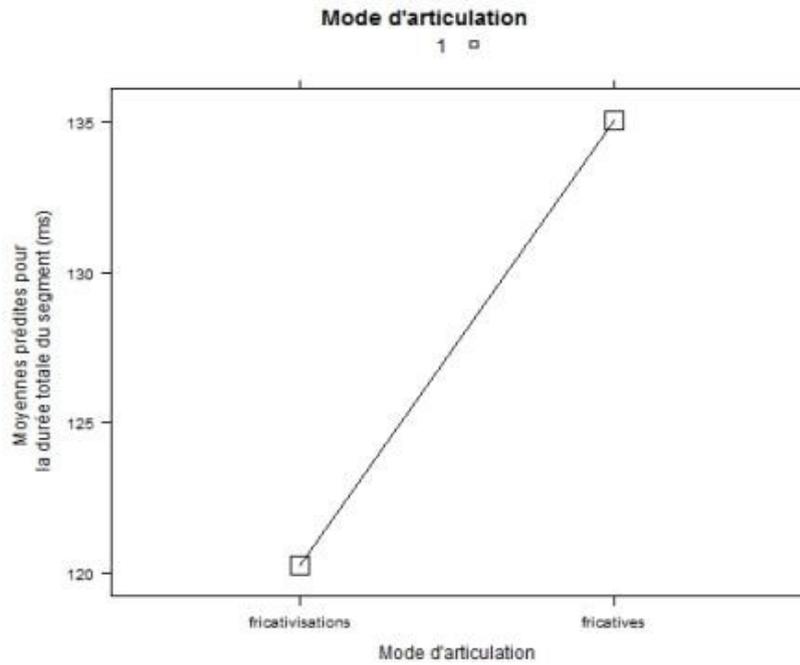


Figure 167. Effet de l'erreur (mode d'articulation cible) sur les valeurs de la durée segmentale, contexte intersonorant.

Ensuite, l'interaction entre la pathologie et l'erreur (mode d'articulation cible) montre une tendance à la signification. L'examen *post hoc* fait voir (cf. la Figure 168) qu'aucun des contrastes n'est pas significatif, y compris la différence de 28.27ms contraste entre les consonnes fricatives et les fricativisées pour le groupe Broca ($p=.108$).

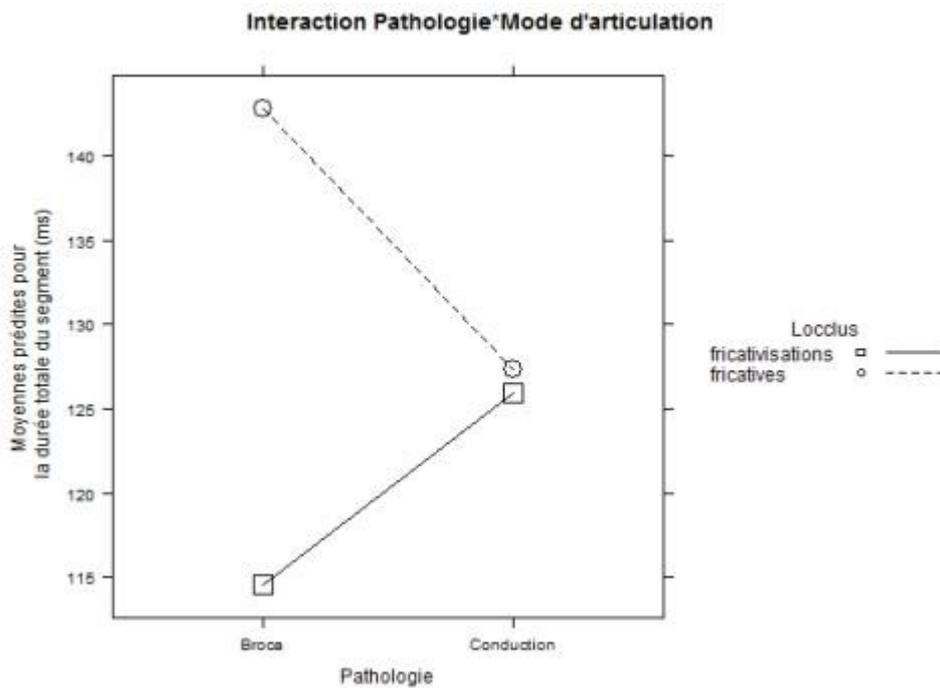


Figure 168. Effet de l'interaction entre l'erreur (mode d'articulation cible) et la pathologie sur les durées segmentales, contexte intersonorant.

Finalement, l'interaction entre l'erreur (mode d'articulation cible), la pathologie et la tâche est significative. L'examen de cette interaction permet d'identifier le contraste significatif d'un côté dans le groupe Broca, entre les fricatives produites en lecture par rapport aux fricatives dans la tâche de répétition, et de l'autre côté, dans le groupe Conduction, pour les fricativisations (erreurs) produites dans la tâche de lecture par rapport à la répétition.

Pour le groupe Broca, la durée des consonnes fricatives augmente de 29.35ms en lecture par rapport à la répétition (M=157.50ms, SD=12.03ms vs M=128.15ms, SD=15.97ms, $p=.000$). L'effet de tâche pour les erreurs n'est pas observé.

Pour le groupe Conduction, la durée des consonnes fricativisées (erreurs) augmente de 51.19ms en lecture par rapport à la répétition (M=151.51ms, SD=15.34 vs M=100.32ms, SD=15.55, $p=.006$). L'effet de la tâche n'est pas observé pour les fricatives correctes. Ce résultat va contre la tendance globale, captée par l'effet principal de l'erreur (mode d'articulation cible).

Les autres contrastes - y compris les contrastes entre les fricatives et les fricativisations en fonction de la tâche - ne sont pas significatifs. L'illustration de l'interaction est présentée à la Figure 169. Le résultat de l'interaction triple indique qu'en fait, si on considère la tâche et la pathologie, les erreurs, si elles se trouvent en syllabe accentuée, présentent des durées plus longues que les fricatives correctes – pour le groupe Conduction, mais pas pour le groupe Broca.

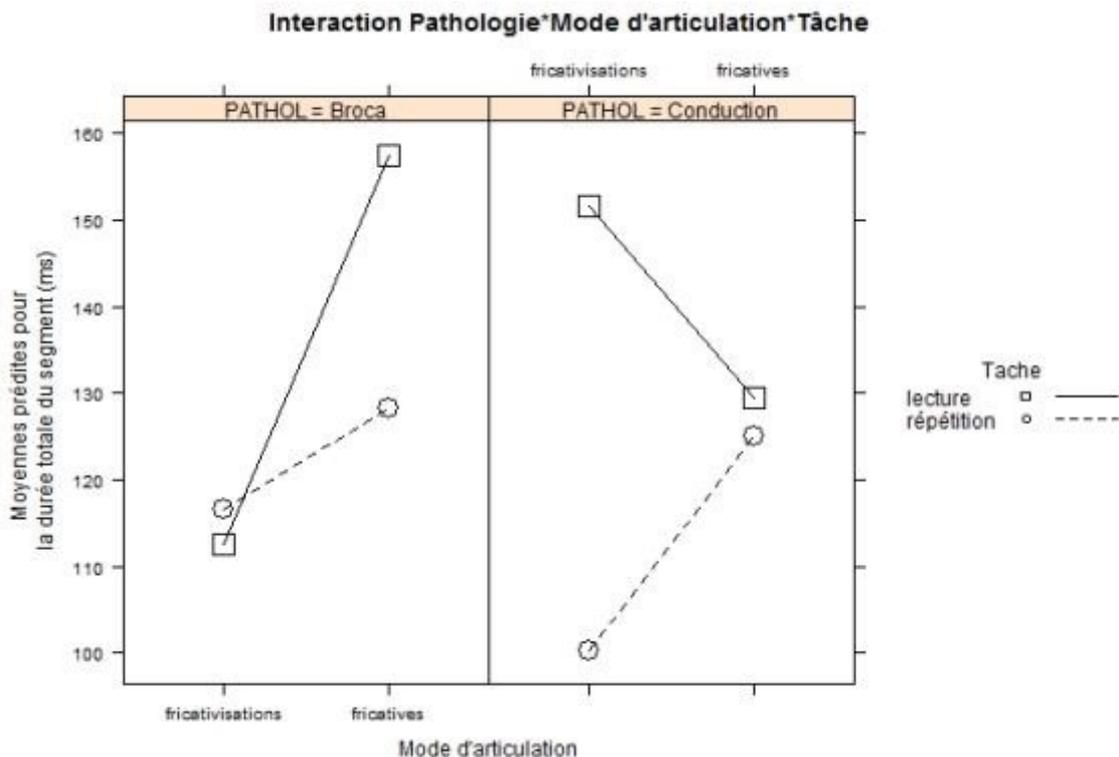


Figure 169 Effet de l'interaction entre l'erreur, la pathologie et la tâche sur les valeurs prédites de la durée segmentale.

Durée relative du bruit fricatif

Etant donné le nombre d'observations dans les contextes considérés (intersonorant, C-V, et V-C), nous avons retenu uniquement les prédicteurs suivants : la pathologie, le mode d'articulation et le contexte phonique. La fréquence lexicale et syllabique ainsi que l'accent et la tâche n'ont pas été inclus dans le modèle.

Les résultats du modèle montrent que le pourcentage de friction pendant la durée du segment est significativement différent pour les fricatives correctes et les fricativisations ($F(1,444.42)=148.27$, $p=.000$). Ce résultat est indépendant de la pathologie (l'interaction entre la catégorie du phonème – fricative correcte ou fricative erreur – et la pathologie n'est pas significative). Ce résultat suggère un traitement phonique différencié des erreurs. L'effet du contexte n'est pas observé. Les résultats du modèle final sont présentés dans le Tableau 84.

TABLEAU

Variable	<i>F</i>	NUM d.f.	DEN d.f.	<i>p</i> value
Locclus	148.270	1	444.42	0.000

TABLEAU 84 Effets significatifs du modèle final pour l'analyse de la durée relative du bruit fricatif, tous les contextes confondus.

L'examen des effets significatifs permet de conclure que le pourcentage du bruit fricatif est supérieur pour les fricatives correctes par rapport aux erreurs (fricativisations), les pourcentages étant respectivement de 90.7% pour les fricatives et 74.3% pour les fricativisations ($p=.000$). L'effet est illustré à la Figure 170.

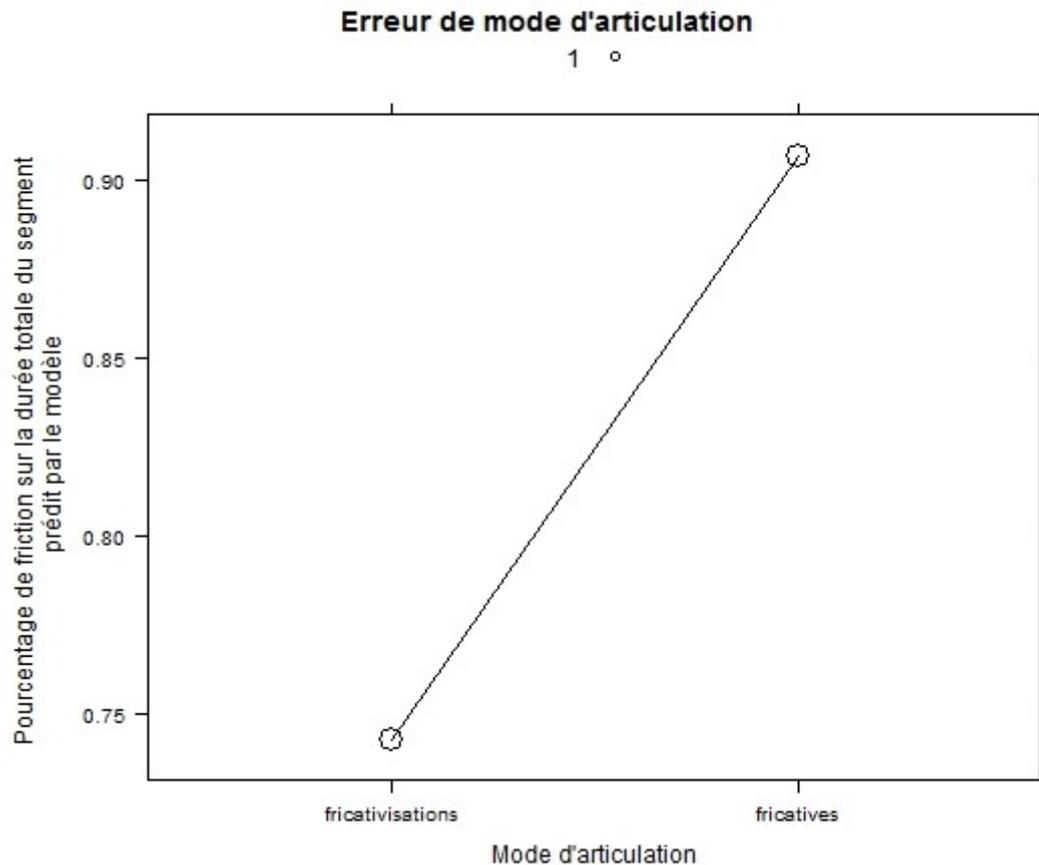


Figure 170. Effet de l'erreur (mode d'articulation cible) sur la durée relative du bruit fricatif, tous les contextes confondus.

Synthèse intermédiaire

L'effet de l'erreur de fricativisation a été examiné sur deux variables dépendantes : la durée segmentale et la durée relative du bruit fricatif.

L'examen du paramètre principal pour l'opposition de mode d'articulation montre que les erreurs (les fricativisations) présentent un pourcentage du bruit fricatif inférieur aux consonnes fricatives correctes, pouvant être interprété comme la trace acoustique d'une sélection adéquate du phonème cible occlusif. Ce résultat est indépendant de la pathologie. L'effet d'autres variables est inconnu puisqu'elles n'ont pas pu être incluses dans le modèle à cause du nombre limité de cas.

Par ailleurs, en ce qui concerne la durée segmentale, le modèle final, qui inclut l'effet de la tâche et son interaction entre la pathologie, fait voir que les fricatives ne sont pas différentes des erreurs (fricativisations). Les analyses ont révélé par contre un effet de la tâche sur les durées segmentales des erreurs dans le groupe Conduction qui prédit que les fricativisations produites en syllabe accentuée sont significativement plus longues que les fricativisations en syllabe non accentuée. Cela pourrait suggérer que l'effet de la tâche - intégrant du modèle - « cache » l'effet de l'erreur.

Occlusivisations

Une erreur d'occlusivisation consiste à articuler une consonne fricative cible de manière à ce qu'elle soit perçue par l'interlocuteur comme occlusive.

Rappelons que nous avons recensé 136 erreurs de ce type dont 119 chez le groupe Broca et 17 chez le groupe Conduction. Dans le Tableau 85 nous présentons la distribution des observations en fonction de la pathologie et du contexte phonique. Le contexte final, où nous avons recensé 4 erreurs de ce type n'a pas été retenu pour les analyses postérieures.

TABLEAU

Contexte	Occlusivisations	Occlusives
Initial	66	1122
<i>Broca</i>	61	444
<i>Conduction</i>	5	678
Intersonorant	19	605
<i>Broca</i>	17	290
<i>Conduction</i>	2	315
C-V	39	487
<i>Broca</i>	31	226
<i>Conduction</i>	8	261
V-C	8	186
<i>Broca</i>	6	85
<i>Conduction</i>	2	101
Total	132	2400

TABLEAU 85 Nombre d'observations participant dans les analyses des erreurs d'occlusivisations en fonction de la pathologie et du contexte phonique.

Pour les présentes analyses nous avons sélectionné toutes les consonnes perçues comme occlusives sourdes. La sélection contient aussi bien les occlusives sourdes correctes (2400 cas) comme les fricatives cible qui ont été occlusivisées (132 cas). Les consonnes occlusives sonores cible qui ont été perçues comme sourdes (c.à.d. les erreurs d'assourdissement) ont été écartées de ces analyses. Au total, 2432 observations participent aux présentes analyses. Nous observons que globalement, le nombre d'erreurs d'occlusivisation est limité pour le groupe Conduction et dans la majorité de contextes ne permettra pas des analyses contrastives avec le groupe Broca.

En ce qui concerne les paramètres qui nous allons examiner, nous avons inclus la durée totale (sachant néanmoins qu'en position initiale, où la majorité d'erreurs a été observée ce paramètre ne peut pas être calculé), la durée relative du bruit fricatif, le nombre de barres d'explosion et la durée de barres d'explosion.

Quant aux variables prédictives, nous avons retenu les variables suivantes : l'erreur (mode d'articulation cible), la pathologie tâche, l'accent, la fréquence lexicale et syllabique. Ceci étant, dans certains contextes, le nombre d'observations dans différents niveaux de ces variables ne permettra pas d'effectuer des comparaisons. Nous signalerons à chaque fois les variables incluses dans le modèle.

Durée totale

La durée totale ne peut pas être mesurée en contexte initial. Les analyses rapportées ci-après se limiteront par conséquent aux contextes intersonorant, C-V et V-C (cf. le Tableau 53 pour le nombre de cas qui participent à ces analyses).

Nous avons inclus dans le modèle les variables suivantes : la pathologie, le mode d'articulation cible (l'erreur), l'accent, le contexte phonétique, la fréquence syllabique et lexicale ainsi que les interactions entre la pathologie et le mode d'articulation et le mode d'articulation et les variables de la tâche, l'accent et les fréquences. Les interactions entre l'erreur, la pathologie et les autres variables ne sont pas incluses dû au nombre de cas.

Les analyses montrent qu'aucune des variables ni des interactions pertinentes pour cette étude n'est significative.

Durée relative du bruit fricatif

Il convient de rappeler que la durée relative du bruit fricatif correspond au pourcentage de friction pendant la tenue consonantique. Les observations qui participent dans les analyses de cette variable sont le même que pour les analyses de la durée totale (c.à.d. celles où la tenue consonantique a pu être mesurée).

Pareil que pour les analyses de la durée segmentale, nous avons inclus dans le modèle les variables suivantes : la pathologie, le mode d'articulation cible (l'erreur), l'accent, le contexte phonétique, la fréquence syllabique et lexicale ainsi que les interactions entre la pathologie et le mode d'articulation et le mode d'articulation et les variables de la tâche, l'accent et les fréquences. Les interactions entre l'erreur, la pathologie et les autres variables ne sont pas incluses dû au nombre de cas.

Les questions que nous cherchons à répondre sont les suivantes :

- Est-ce que l'existence de l'erreur d'occlusivisation affecte le pourcentage du bruit fricatif observable pendant la tenue consonantique ?
- Est-ce que la manière dont l'erreur affecte ces valeurs dépend par ailleurs de la pathologie ?
- Ou plutôt, est-ce que l'erreur n'est pas affectée par la pathologie mais elle est affectée par les autres contraintes phonétiques et psycholinguistiques de l'étude ?

Les analyses mettent en évidence que le mode d'articulation cible (l'erreur d'occlusivisation) affecte le pourcentage de friction de manière significative ($F(1,199.35)=5.35, p=.022$), indépendamment de la pathologie et de tout autre effet. Toutes les autres variables et interactions ne sont pas significatives. Les résultats du modèle final sont présentés dans le Tableau 86.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
Locclus	5.35	1	199.35	0.022

TABLEAU 86 Effets significatifs du modèle final pour les analyses de la durée relative du bruit fricatif comparée entre les occlusives correctes et les erreurs d'occlusivisation, tous contexte confondus.

L'examen de l'effet de l'erreur (mode d'articulation cible) montre que le pourcentage du bruit fricatif est sensiblement inférieur pour les consonnes occlusives sourdes (correctes) par rapport aux erreurs, c.à.d. les fricatives cibles (pour les occlusives le pourcentage du bruit fricatif est de 1.77% contre 6.23% pour les fricatives occlusivisées, $p=.022$). Ce contraste est illustré à la Figure 171.

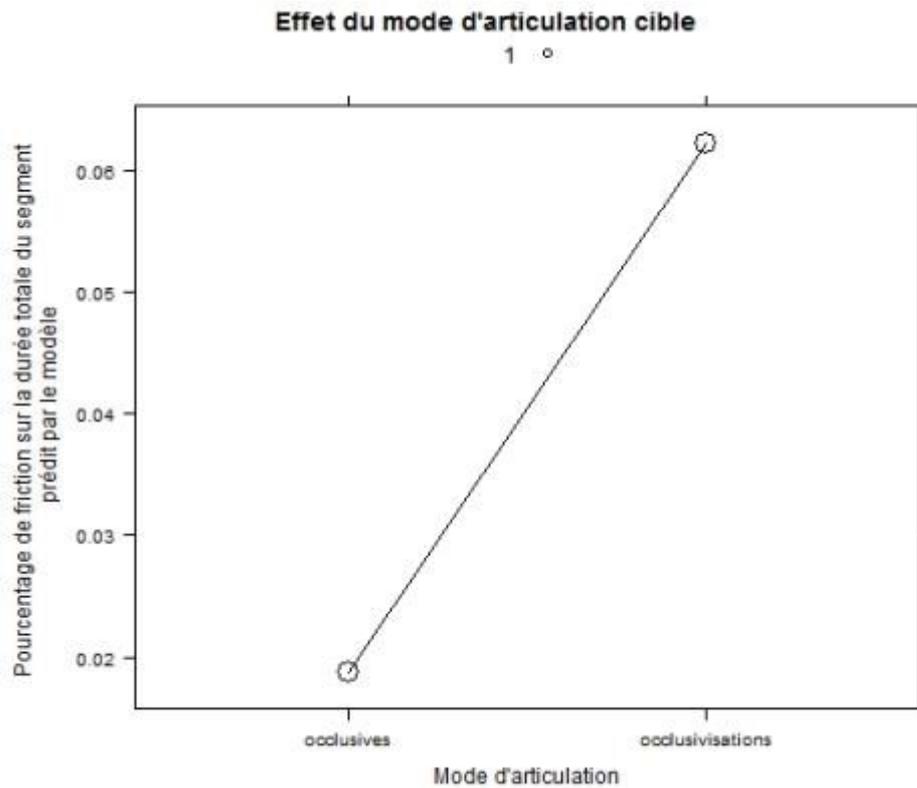


Figure 171. Effet de l'erreur (mode d'articulation cible) sur les valeurs de la durée relative du bruit fricatif, tous les contextes confondus.

Nombre de barres d'explosion

Pour les analyses du nombre de barres d'explosion nous avons retenu les consonnes perçues comme occlusives sourdes dans tous les contextes phoniques y compris la position initiale. Le nombre d'observations participant dans les analyses rapportées ci-après est de 2265.

En ce qui concerne les prédicteurs inclus dans le modèle, nous avons inclus les variables suivantes : la pathologie, le mode d'articulation cible (l'erreur), l'accent, le contexte phonétique, le point d'articulation, la fréquence syllabique et lexicale ainsi que les interactions entre la pathologie et le mode d'articulation et le mode d'articulation et les variables de la tâche, l'accent, le contexte phonique, le point d'articulation et les fréquences. Les interactions entre l'erreur, la pathologie et les autres variables explicatives ne sont pas incluses dû au nombre de cas.

Les analyses révèlent un effet significatif du mode d'articulation cible ($F(1,471.92)=7.68$, $p=.006$). L'examen de cet effet met en évidence que le nombre de barre d'explosion augmente pour les erreurs (occlusivisations) par rapport aux occlusives sourdes correctes ($M=1.86$, $SD=0.12$ vs $M=2.34$, $SD=0.22$, $p=.028$). Ce résultat indique – sur le plan descriptif – que les erreurs sont encore plus tendues que les productions correctes. Ce résultat (dans le Tableau 87) est indépendant de la pathologie et de toute autre contrainte phonétique ou psycholinguistique. Il est illustré à la Figure 172.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
Locclus	7.68	1	471.92	0.006

TABLEAU 87 Effets significatifs du modèle final pour l'analyse comparative du nombre de barres d'explosions, tous les contextes confondus.

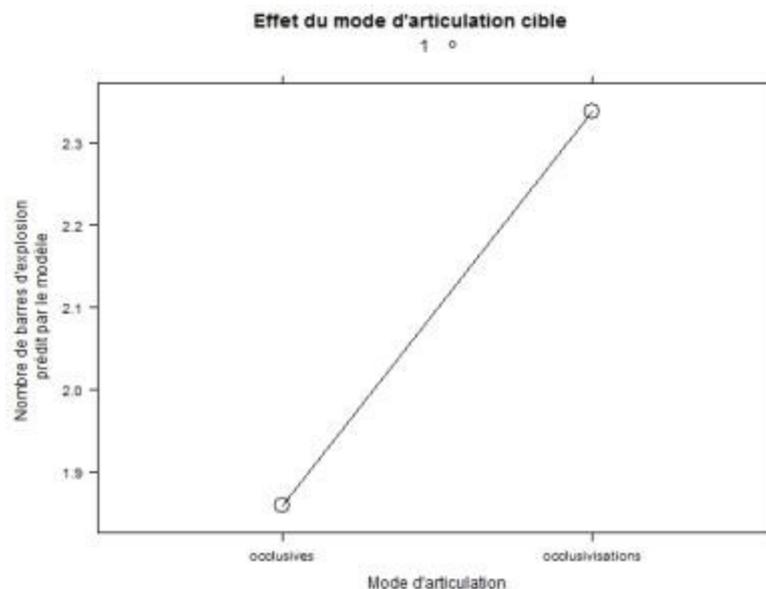


Figure 172. Effet de l'erreur (mode d'articulation cible) sur le nombre de barres d'explosion, tous les contextes confondus.

Durée des explosions

Le modèle est construit de la même manière que dans l'analyse précédente (nombre de barres d'explosion). Rappelons que le paramètre de la durée des explosions prend en compte non seulement le nombre de barres mais aussi la durée de l'intervalle entre elles.

Les analyses montrent un effet de l'erreur (mode d'articulation cible $F(1,473.48)=116.42$, $p=.001$) ainsi que des effets des interactions entre l'erreur et la fréquence syllabique ($F(3,463.54)=28.49$, $p=.037$) et lexicale ($F(3,451.34)=31.78$, $p=.024$). Les autres effets (tâche et accent) ne sont pas significatifs. Les résultats du modèle final sont donnés dans le Tableau 88.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
Locclus	116.425	1	473.48	0.001
Lcontext_recodif	62.177	3	210.62	0.000
Flex	24.872	3	451.72	0.060
Fsyll	62.563	3	461.39	0.000
Locclus:Fsyll	28.495	3	463.54	0.037
Locclus:Flex	31.784	3	451.34	0.024

TABLEAU 88 Effets significatifs du modèle final pour l'analyse de la durée des explosions, tous les contextes confondus.

Pareil que pour le nombre de barres d'explosion, globalement, les erreurs se caractérisent par les durées des explosions plus longues par rapport aux productions correctes ($M=11.10ms$, $SD=1.33ms$ vs $M=6.72ms$, $SD=0.61ms$, $p=.001$).

Contrairement aux résultats concernant les barres d'explosion, la durée des explosions est affectée par fréquence syllabique et lexicale.

En ce qui concerne l'interaction entre l'erreur et la fréquence syllabique sur la durée des explosions, l'examen *post hoc* met en évidence que, d'abord, les valeurs de la variable dépendante ne varient pas en fonction de la fréquence syllabique pour les consonnes occlusives ($p>.05$) tandis qu'elles varient pour les erreurs (les occlusivisations) : la durée des explosions augmente pour les syllabes à fréquence 2 par rapport aux syllabes les moins fréquentes ($M=15.41ms$, $SD=2.15ms$ vs $M=4.62ms$, $SD=1.99ms$, $p=.005$). Par ailleurs, les différences de durées entre les occlusives correctes et les erreurs pour les syllabes à fréquence 2 sont significatives ($M=15.41ms$, $SD=2.15ms$ vs $M=7.88ms$, $SD=0.95ms$, $p=.000$). Les autres contrastes ne sont pas significatifs.

L'interaction est illustrée à la Figure 173.

Effet de l'interaction Mode d'articulation cible*Fréquence syllabique

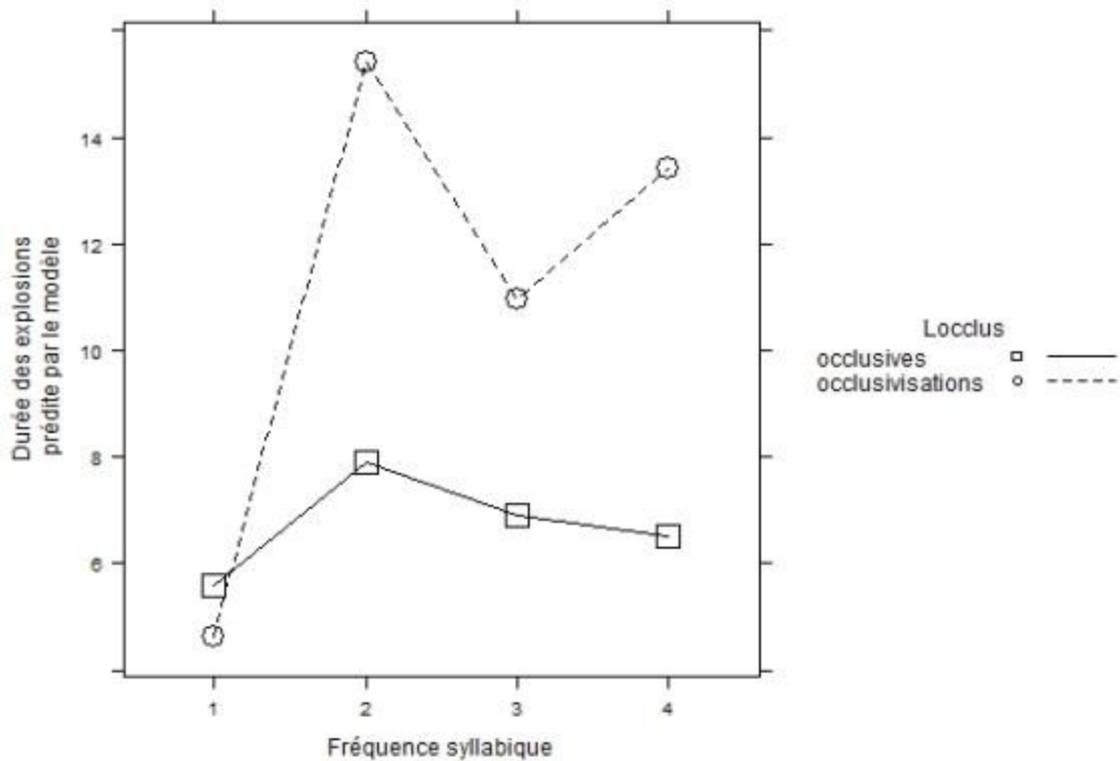


Figure 173. Effet de l'interaction entre l'erreur (mode d'articulation cible) et la fréquence syllabique sur la durée des explosions, tous les contextes confondus.

Quant à l'interaction entre le mode d'articulation et la fréquence lexicale, nous observons que le contraste des durées des explosions est significatif entre les occlusives correctes et les erreurs uniquement dans les mots à fréquence 2 : les valeurs augmentent de 6.68ms pour les erreurs par rapport aux productions correctes ($M=13.44\text{ms}$, $SD=2.06\text{ms}$ vs $M=6.76\text{ms}$, $SD=0.84\text{ms}$, $p=.038$). Tous les autres contrastes ne sont pas significatifs.

L'interaction est illustrée à la Figure 174.

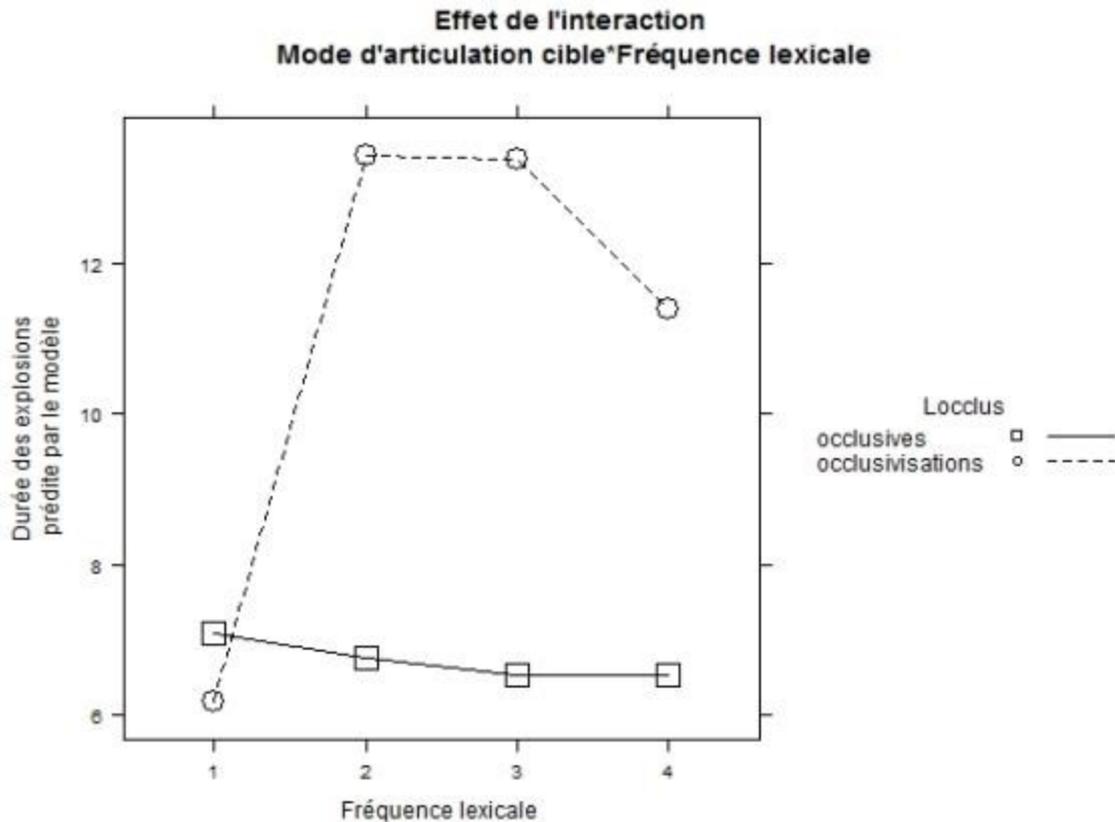


Figure 174. Effet de l'interaction entre l'erreur (mode d'articulation cible) et la fréquence lexicale sur les durées des explosions, tous les contextes confondus.

Synthèse intermédiaire

L'objectif des analyses des erreurs d'occlusivisation a été de déterminer si les erreurs se distinguent sur le plan phonique des productions correctes et si cet effet est différent en fonction de la pathologie. Nous cherchions également à savoir quels autres paramètres influencent l'effet de l'erreur sur la matière sonore.

Nos résultats iniquement globalement, que les deux groupes de patients différencient globalement les erreurs des productions correctes moyennant un nombre de paramètres. Ils indiquent en plus que les erreurs se caractérisent par une articulation sensiblement plus tendue par rapport plus occlusives correctes, comme manifesté par le nombre de barres d'explosion, la durée des explosions et la durée du bruit fricatif - dans tous les cas présentant des valeurs supérieures pour les erreurs par rapport aux productions correctes. Dans le cas de la durée des explosions, nous observons que l'effet de l'erreur se limite d'un côté aux syllabes à fréquence 2 et de l'autre aux mots à fréquence 2.

Par ailleurs, l'effet de l'erreur n'a pas été observé sur les durées segmentales. Les variables de l'accent et de la tâche n'ont pas d'effet significatif non plus.

Signalons un fait qui semble important pour l'interprétation de ce résultat. Le résultat impliquant la durée du bruit fricatif – supérieure dans le cas des occlusivisations – c.à.d. consonnes fricatives cible

- pourrait suggérer son rapprochement aux caractéristiques des consonnes fricatives. Il doit être souligné, pourtant, que pour les consonnes perçues comme occlusives le bruit fricatif a été observé pendant l'intervalle entre la première explosion et le commencement de la voyelle suivante. Cela veut dire que le bruit fricatif se trouve « dans le bon endroit » de point de vue d'une consonne occlusive et par conséquent ne peut pas être interprété comme indicatif du rapprochement – sur le plan acoustique – de l'erreur à la cible. Il est en plus naturellement corrélé avec la durée des explosions et le nombre barres. L'ensemble des valeurs de ces trois paramètres indiquerait que les erreurs sont certainement plus tendues que les productions correctes mais ne permettent pas de conclure que leurs caractéristiques acoustiques se rapprochent au phonème cible (la consonne fricative). Cette interprétation semble en plus renforcée par l'absence de l'effet de la durée segmentale puisque ce paramètre comporte la caractéristique prédominante des occlusives – la durée du silence reflétant la fermeture du conduit vocal.

ANALYSES MULTIPARAMÉTRIQUES

Introduction

L'observation générale qui s'impose suite à l'examen des caractéristiques phoniques des productions des sujets de référence et des groupes aphasiques en fonction de la sonorité et du mode d'articulation est que la réalisation des oppositions phonologiques semble avoir un caractère multiparamétrique. C'est une conclusion qui ressort de l'analyse des effets de la sonorité et du mode d'articulation cible sur les valeurs des paramètres considérés individuellement : le VOT, la durée du bruit fricatif, le nombre des explosions, etc.

L'objectif du présent chapitre est de compléter le résultat de ces analyses en explorant davantage la nature multiparamétrique des événements phoniques. L'objectif particulier consiste à examiner la manière dont les différents paramètres qui contribuent à l'établissement des oppositions phonologiques interfèrent pour établir ces oppositions, soit avec succès - dans le cas des productions correctes -, soit sans arriver au résultat escompté du point de vue communicatif - dans le cas des erreurs -, et de rendre compte de la puissance de ces rapports.

Ainsi, dans les paragraphes qui suivent, nous nous concentrerons d'abord sur les relations entre paramètres dans la production correcte dans les groupes contrôle, Broca et conduction, afin d'établir une ligne de base pour les analyses de la production perçue comme incorrecte. Dans la deuxième partie, nous nous intéresserons aux productions incorrectes, en particulier, aux erreurs d'assourdissement des occlusives sourdes qui constituent la plupart des substitutions observées dans la parole aphasique.

Productions correctes

Objectifs généraux

Afin de pouvoir comparer les interactions entre les paramètres acoustiques dans la parole déviante, nous devons en premier lieu déterminer la nature de ces relations dans la parole perçue comme correcte. A cet effet, nous avons inclus dans les présentes analyses toutes les productions correctes des occlusives sourdes et sonores recueillies auprès des sujets sains (groupe contrôle) comme auprès des sujets aphasiques (groupe Broca et conduction).

Le but de ces analyses est double. D'un côté, nous souhaitons examiner les rapports entre les différents paramètres en fonction de la sonorité cible. Nous nous proposons en particulier d'identifier si les différents paramètres entrent en corrélation positive - c.à.d. les valeurs des deux variables acoustiques corrélées vont dans le même sens -, négative - c.à.d. les valeurs des deux variables acoustiques corrélées vont dans le sens contraire -, ou nulle – quand les valeurs de deux variables ne sont pas corrélées. La question posée est la suivante : comment les paramètres acoustiques interfèrent pour établir une opposition de voisement dans les groupes de sujets étudiés?

D'autre part, nous nous proposons de mettre en évidence d'éventuelles différences dans la mise en place articulaire des représentations phonologiques des occlusives sourdes et sonores - reflétée dans le signal acoustique - en fonction du groupe (groupe contrôle, groupe Broca et groupe conduction). Cet objectif correspond aux deux questions suivantes : quelles sont les associations de paramètres qui implémentent phonétiquement l'opposition de voisement en fonction de la pathologie ? Existe-t-il des différences dans l'implémentation de l'opposition de voisement en fonction du groupe, même si la production est perçue comme correcte ?

Objectifs spécifiques

Les analyses rapportées ci-après sont de caractère exploratoire et, comme nous l'avons déjà évoqué, visent à établir une référence pour l'examen des erreurs que nous présenterons ultérieurement. Pour cette raison, nous n'allons pas émettre d'hypothèses précises concernant les résultats attendus de l'examen de la production correcte mais plutôt offrir un cadre de référence dans lequel s'inscrit notre question de recherche : moyennant quelles combinaisons de paramètres les sujets de notre étude – appartenant au groupe contrôle, Broca ou conduction - établissent le contraste de sonorité exprimé par l'opposition des traits phonologiques [+sonore] et [-sonore] ?

Les analyses rapportées ci-après se basent sur la méthodologie de détection de la compensation articulaire dans le signal acoustique proposée par Khasanova et collègues dans une étude de

parole normale chez des sujets anglophones (Khasanova, Cole, & Hasegawa-Johnson, 2014). Ces auteurs partent du postulat que le signal acoustique reflète - bien qu'indirectement - les transactions entre des événements articulatoires au cours de la production verbale mises en évidence par de nombreuses études sur la compensation articulatoire sous l'effet d'une perturbation externe. La logique suivie par ces auteurs est fondée, par ailleurs, sur la prémisse que deux paramètres acoustiques contribuant à la perception d'un trait phonologique peuvent entrer en corrélation positive, c.à.d. les valeurs de ces deux paramètres vont dans le même sens par rapport à la cible phonologique, ou négative, quand les valeurs d'un de ces deux paramètres vont dans le sens opposé de celles de l'autre, par rapport à cette cible. Afin d'examiner ces interactions, Khasanova et collaborateurs ont eu recours à des modèles mixtes de régression linéaire multiple dans lequel ils ont introduit un des paramètres acoustiques en tant que variable réponse et l'autre en tant que prédicteur, à côté d'autres facteurs de variation qui les intéressaient. En ce qui concerne les prédictions se rapportant aux interactions entre les paramètres acoustiques, ces auteurs ont avancé l'hypothèse selon laquelle le contraste phonologique peut être implémenté de deux manières : soit les deux paramètres vont conjointement dans la direction d'une réalisation optimale de la cible (par exemple du trait [+sonore]), soit un de paramètres présente des valeurs non-optimales et l'autre présente des caractéristiques acoustiques qui dépassent le rang des valeurs optimales pour la catégorie donnée (« realized at an increased level of optimality » Khasanova et al., 2014, p. 2). Ce deuxième type de réalisation phonétique est considérée compensatoire. Quand un paramètre peut-il présenter des valeurs non optimales ? Selon Khasanova et collègues, cette caractéristique est en rapport avec l'atténuation du contraste phonologique dans certains contextes phoniques (par exemple en position de coda syllabique, où le contraste de voisement est neutralisé dans nombre de langues) ou avec la sous-spécification (dans le cas des coronales, par exemple). Dans la perspective adoptée par ces auteurs, la cible phonologique (c.à.d. l'implémentation phonétique d'un phonème) est toujours atteinte (rappelons qu'il s'agit de parole normale, non-perturbée).

Pour adapter cette méthodologie à nos objectifs, nous nous sommes d'abord concentrée sur la définition de ce qui constitue une réalisation optimale en espagnol des traits qui sont l'objet de la présente étude. Parmi les conclusions qui ressortent de la révision bibliographique relative à la structuration phonético-phonologique en espagnol (cf. partie I, chapitre 2) émerge l'observation que les correspondances entre les traits phonologiques de voisement et de mode d'articulation ([± sonore], [± continu]) et les caractéristiques acoustiques des réalisations phonétiques de ces traits ne sont pas univoques. En effet, il existe en espagnol des correspondances *croisées* dans le sens qu'un phonème occlusif sonore ([-continu], [+sonore]) peut avoir une manifestation phonétique décrite par le trait [+continu], par exemple, dans le mot *cava*, (fr. cave) produit comme [kaβa], le changement de mode d'articulation du phonème /b/ en une approximante [β] est le résultat de l'opération d'une règle de lénition dans ce contexte phonique. Par conséquent, la définition de la réalisation phonétique optimale pour les effets des présentes analyses doit prendre un compte les

processus d'affaiblissement ou de renforcement des traits phonologiques en fonction du contexte phonique.

En ce qui concerne le contexte initial post-pausal, les processus de réduction phonétique y opèrent rarement (cf. la partie I, chapitre 2). Par conséquent, nous nous attendons à observer dans ce contexte des réalisations phonétiques où les traits phonologiques [\pm sonore] et [-continu], qui font partie de la représentation des consonnes /p, t, k, b, d, g/, seront maintenus. De surcroît, dans cette position, les consonnes /p, t, k/ se distinguent du groupe de consonnes /b, d, g/ par un seul trait, celui du voisement, par conséquent l'intérêt de maintenir ce contraste est d'autant plus important. Nous nous attendons donc à observer une convergence des paramètres acoustiques - principal, c.à.d. le VOT, et redondants, par exemple le nombre de barres d'explosion – en direction de la cible phonologique.

Ainsi, les occlusives sourdes initiales se caractériseront sur le plan acoustique par un VOT positif, court, qui correspond au délai entre l'explosion consonantique et le début du voisement de la voyelle adjacente. En outre, les occlusives sourdes sont perçues comme étant plus tendues, ce qui sur le plan acoustique peut se manifester par un nombre supérieur de barres d'explosion. Par conséquent, une transmission maximale du trait [-sonore] se caractérisera par la présence de barres d'explosion, de longues durées de barres d'explosion et par un VOT positif. D'autre part, les occlusives sonores dans cette position se caractériseront par un VOT négatif et la présence de barres d'explosion, bien que leur nombre soit inférieur à celui des occlusives sourdes, plus tendues.

En revanche, pour ce qui est du contexte postvocalique, nous nous attendons à observer des manifestations acoustiques de processus de lénition opérant sur les traits [\pm sonore] et [\pm continu]. La réduction du trait [-sonore] pourrait se manifester acoustiquement par une tendance à sonoriser, et pourrait être accompagnée par une tendance à fricativiser. La réduction du trait [-continu] pourrait également se manifester par cette tendance à fricativiser. En effet, dans le contexte intervocalique on observera des réalisations approximantes des occlusives sonores cible.

En résumé, nous nous attendons à observer les deux types de relations entre les paramètres acoustiques qui contribuent à une correcte perception du trait de voisement évoqués par Khasanova et collègues : de corrélation positive et négative en fonction du contexte phonique. Un troisième type est également possible : celui de corrélation nulle. Dans ce type de rapport entre deux paramètres acoustiques, le trait phonologique est implémenté par un seul paramètre tandis que l'autre ne permet pas d'en prédire les valeurs. Nous avons vu dans la partie consacrée aux analyses acoustiques uniparamétriques que le VOT n'est pas le seul paramètre qui contribue à la perception du voisement, les autres paramètres, tels que le nombre de barres ou la durée segmentale jouent également un rôle. La corrélation nulle où la sonorité serait véhiculée uniquement par le VOT tandis que les autres paramètres présenteraient des valeurs constantes serait incompatible avec les

résultats antérieurs. Par conséquent nous ne nous attendons pas à observer ce cas de figure. La Figure 175 illustre schématiquement les trois types de corrélations entre les paramètres possibles.

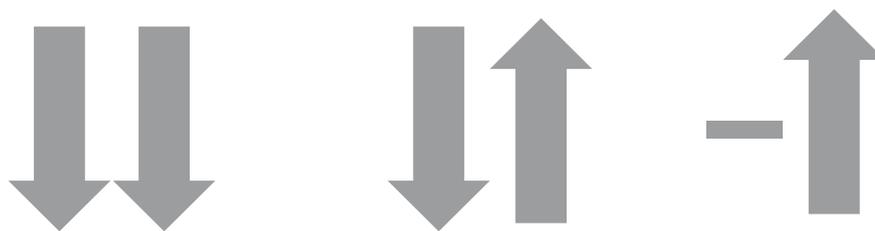


FIGURE 175 Types de relation entre les paramètres acoustiques: corrélation négative (les deux paramètres vont dans la direction opposée par rapport à la cible), corrélation positive (deux paramètres vont dans la même direction par rapport à la cible), et corrélation nulle (corrélation non significative)

Finalement, nous nous proposons d'examiner l'effet de la pathologie sur les combinaisons de paramètres acoustiques par rapport à la cible. Le but de cette analyse est de détecter des indices de compensation articulatoire (compensation dans le sens de Khasanova et al.) dans la production des sujets aphasiques, si elle a été perçue comme acceptable. L'identification de ce comportement nous donnera des pistes pour savoir si ces patients ont préservé la capacité de compensation au plan phonique ou si, au contraire, leur déficit entraîne une perturbation de cette fonction.

Echantillon

En position initiale, on dispose d'un échantillon de 1908 consonnes occlusives, dont 746 sonores et 1162 sourdes, produites par les trois groupes de sujets et perçues comme correctes. La distribution des cas en fonction de la sonorité cible et de la pathologie est résumée dans le Tableau 89.

TABLEAU

Contexte	Sourdes	Sonores
Initial		
<i>Broca</i>	313	110
<i>Conduction</i>	399	262
<i>Contrôle</i>	450	374
Total	1162	746

TABLEAU 89 Distributions des cas pour les analyses multiparamétriques: contexte initial.

En contexte postvocalique (V-V et V-C), nous disposons d'un corpus de 962 occlusives perçues comme correctes, dont 472 sourdes et 490 sonores. La distribution des cas en fonction de la sonorité cible et du groupe est fournie dans le Tableau 90.

TABLEAU

Contexte	Sourdes	Sonores
Postvocalique		
<i>Broca</i>	128	141
<i>Conduction</i>	145	166
<i>Contrôle</i>	199	183
Total	472	490

TABLEAU 90 Distributions des cas pour les analyses multiparamétriques: contexte postvocalique

Analyses statistiques et construction du modèle

Pour répondre à nos objectifs, nous avons suivi la méthodologie de Khasanova et collaborateurs, et avons construit trois modèles de régression linéaire à effets aléatoires liés à l'intercept (pour sujets et items) dans lesquels la pathologie (contrôle, Broca et conduction), la sonorité cible (sonore et sourde), le VOT et le nombre de barre d'explosion sont introduits comme effets fixes. Les paramètres acoustiques redondants - la durée segmentale, la durée de barres et la durée du bruit fricatif - ont été introduits, lorsque cela a été possible, comme variables réponse dans chaque modèle respectivement. Des analyses séparées pour chacun des contextes suivants ont été menées à terme : pour les occlusives sourdes et sonores en position initiale et postvocalique.

Le choix des prédicteurs - VOT et le nombre de barres d'explosion - est motivé par des considérations théoriques. D'abord, nous considérons le VOT comme paramètre principal responsable de l'établissement du voisement et les autres paramètres comme secondaires. Nous souhaitons donc voir quel est l'effet du VOT sur les paramètres redondants. Ensuite, nous avons inclus comme prédicteur le nombre de barres d'explosion comme variable indépendante pour un certain nombre de raisons. La première est que nous nous intéressons ici aux occlusives et nous avons voulu contrôler les deux aspects de ces consonnes : la sonorité et le mode d'articulation, sachant en plus que les deux traits participent à l'implémentation du trait de sonorité. Ensuite, nous souhaitons voir l'effet des paramètres secondaires de la sonorité par rapport au VOT, mais il est légitime de penser que la durée de barres d'explosion dépendra plus directement du nombre de barres. Pour confirmer nos hypothèses relatives au rôle de la variable du nombre de barres d'explosion, nous avons comparé les modèles sans et avec cette variable (toutes les autres variables étant les mêmes) moyennant le test anova. Le résultat montre que le modèle qui inclut le nombre de barres d'explosion en tant que prédicteurs fournit un ajustement aux données significativement meilleur ($p=.000$).

La décision d'inclure le nombre de barres dans le modèle en tant que prédicteur n'empêche pas de s'intéresser également à l'effet du VOT sur le nombre de barre d'explosion en fonction de la sonorité cible et du groupe (contrôle, Broca et conduction), tant en position initiale qu'en position

postvocalique. Le résultat de ce test met en lumière un effet significatif de l'interaction entre le VOT, la sonorité cible et la pathologie ($F(2,1813.69)=6.13, p=.002$), ce qui est indicatif de différences dans au moins un des groupes étudiés par rapport aux autres. Nous avons par la suite mené à terme des analyses séparées pour chaque catégorie de phonèmes (occlusives sourdes et sonores). Ces analyses ont permis de voir que les différences se trouvent dans la catégorie occlusives initiales sourdes ($F(2,1103.2)=4.93, p=.007$) où nous avons identifié les contrastes significatifs entre le groupe contrôle et les deux groupes aphasiques. Aussi bien pour le groupe Broca que pour le groupe conduction, le nombre de barres augmente de 0.013 et de 0.016 pour chaque milliseconde du VOT de plus, tandis que, dans le groupe contrôle, le nombre de barres d'explosion diminue de 0.006 pour chaque augmentation du VOT d'une milliseconde. Ces différences sont significatives ($p=.027$ dans les deux cas).

En ce qui concerne le contexte postvocalique, l'interaction entre le VOT, la sonorité cible et le groupe est également significative ($F(2,917.09)=20.54, p=.000$). Les analyses par catégorie phonémique permettent d'observer un effet significatif de l'interaction entre le VOT et le groupe dans les occlusives sourdes uniquement ($F(2,476.66)=16.28, p=.000$). Les contrastes significatifs se trouvent entre le groupe contrôle et les groupes aphasiques Broca et conduction. Dans ces dernières, le nombre de barres augmente avec chaque milliseconde de plus du VOT (de 0.035 et 0.048 pour Broca et conduction respectivement) tandis qu'il diminue pour le groupe contrôle (de 0.017). Les différences sont significatives ($p=.000$ dans les deux cas). Le résultat pour les deux contextes phoniques suggère que le caractère occlusif (trait [-continu]) est renforcé chez les sujets aphasiques par rapport au groupe contrôle dans la catégorie des occlusives sourdes. Il indique par ailleurs que dans le groupe contrôle le trait [-sonore] est véhiculé principalement par le VOT (positif) tandis que dans les groupes aphasiques les deux paramètres contribuent conjointement à la perception de sonorité.

Revenons au modèle construit pour tester nos hypothèses. Dans les modèles construits selon décrit *supra*, nous nous sommes intéressée aux effets suivants :

- Effet de l'interaction double entre la sonorité cible et le VOT correspondant à la question : comment le VOT et le nombre de barres d'explosion font varier les valeurs du paramètre acoustique secondaire en fonction de la sonorité cible ?
- Effet de l'interaction triple entre la sonorité cible, le VOT et la pathologie correspondant à la question suivante : Est-ce que la manière dont le VOT et le nombre de barres d'explosion font varier les valeurs des paramètres secondaires en fonction de la sonorité cible dépend de la pathologie ?

Nous avons progressivement écarté toutes les interactions non significatives. Dans le modèle final ainsi obtenu, nous avons estimé et comparé les pentes de régressions décrivant l'effet des variables

explicatives sur la variable réponse pour chaque niveau du facteur considéré, au moyen de la fonction *lstrends* du package *lsmeans* (Lenth & Hervé, 2015) dans R. Nous avons utilisé la fonction *scatter3d* du package *car* (Fox & Weisberg, 2011), *visreg* du package (Breheny & Burchett, 2015) and *rgl* (Adler & Murdoch, 2015) pour illustrer les plans de régression.

Les Figures 176-178 illustre les modèles qui ont été construits.

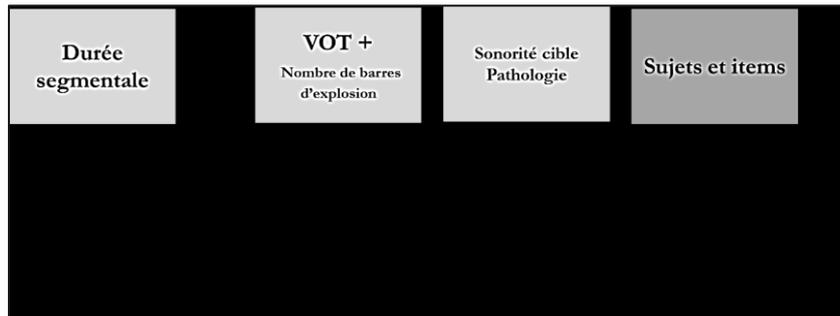


FIGURE 176 Modèle statistique pour la durée segmentale comme variable dépendante

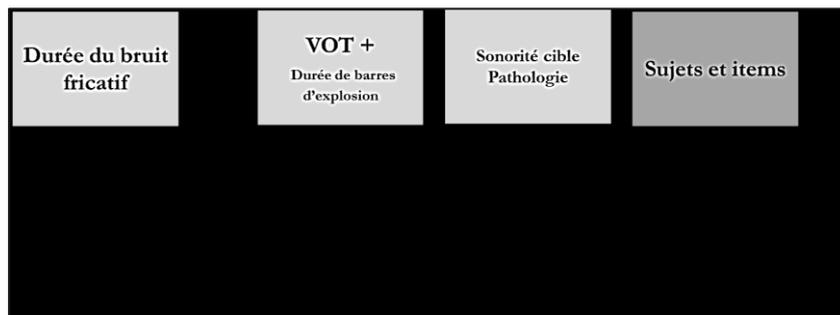


FIGURE 177 Modèle statistique pour la durée du bruit fricatif comme variable dépendante

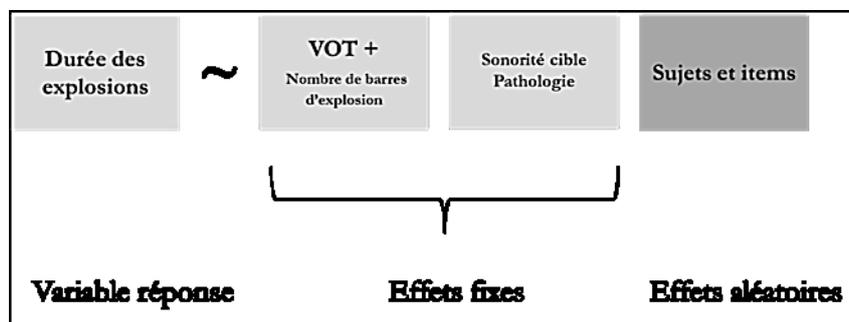


FIGURE 178 Modèle statistique pour la durée des explosions comme variable dépendante

Résultats

Contexte initial

Dans le contexte initial, il n'est pas possible de mesurer la durée segmentale pour les consonnes sourdes. Par conséquent, nous avons effectué uniquement deux analyses. La première vise à déterminer l'effet du VOT en interaction avec d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée des barres d'explosion. La deuxième se propose d'identifier l'effet du VOT en interaction avec d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée du bruit fricatif. Ci-après nous rapportons les résultats de ces analyses.

Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée des explosions

Notre premier objectif est de voir si le VOT prédit les valeurs de la durée des explosions en fonction de la sonorité cible et si cet effet dépend à son tour de la pathologie. Afin de tester ces effets nous avons d'abord construit un modèle général en incluant la durée des explosions comme variable réponse, et le VOT, le nombre de barres d'explosion, la sonorité cible et la pathologie comme des effets fixes.

Les résultats du modèle final mettent en évidence un effet significatif de l'interaction entre le VOT et la sonorité ($F(1,1457.6)=79.49, p=.000$) indiquant que le VOT influence la durée des explosions en fonction de la sonorité cible et, en plus, un effet significatif de l'interaction triple entre le VOT, la sonorité cible et la pathologie ($F(2,1883.8)=9.60, p=.000$), suggérant que la manière dont le VOT influence la durée des explosions pour les occlusives sonores et sourdes dépend de la pathologie. Quant au nombre de barres d'explosion, on observe un effet principal de cette variable ($F(1,1517)=1966.78, p=.000$) tandis que les interactions entre cette variable, la sonorité cible et la pathologie n'arrivent pas au seuil de signification que nous avons établi (0.05). Les résultats du modèle global sont présentés dans le Tableau 91 et illustrés dans la Figure 179.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
VOT_ms	52.18	1	1450.93	0.000
LN_expl	1966.78	1	1517.42	0.000
Lsonore	4.39	1	673.95	0.036
PATHOL	1.85	2	23.53	NS
VOT_ms:Lsonore	79.49	1	1457.95	0.000
LN_expl:Lsonore	3.34	1	1486.57	0.068
VOT_ms:PATHOL	8.42	2	1877.24	0.000
VOT_ms:Lsonore:PATHOL	9.60	2	1883.85	0.000

TABLEAU 91 Résultats du modèle: effet du VOT et d'autres variables indépendantes sur la durée des explosions pour les occlusives correctes en contexte initial

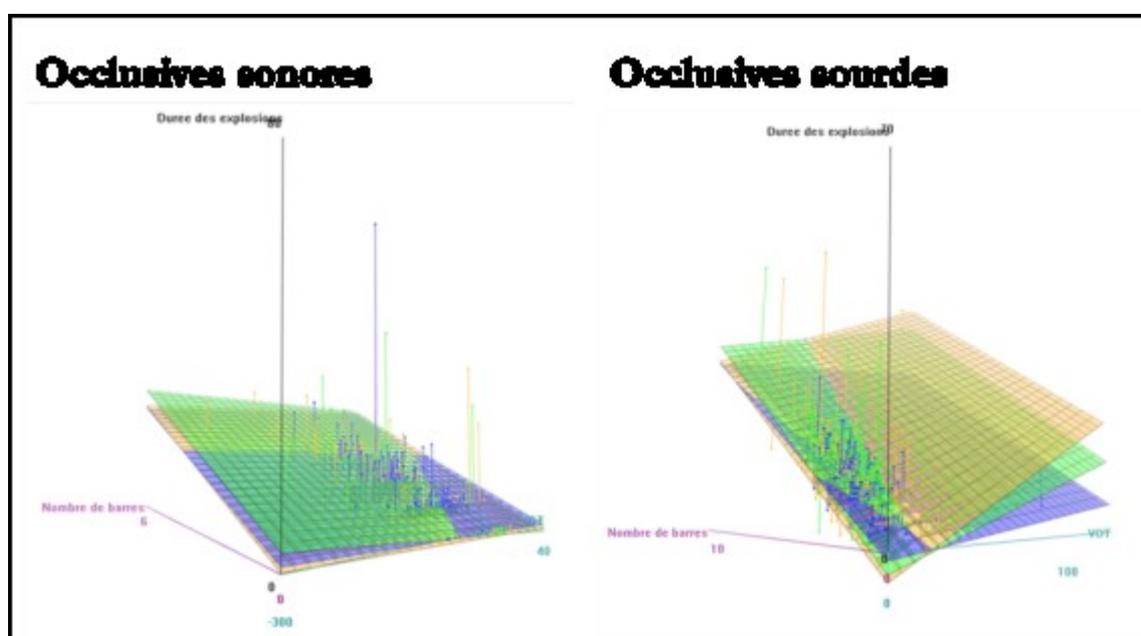


FIGURE 179 Plans de régression superposés en fonction du groupe pour les occlusives sourdes et sonores correctes en position initiale (contrôle en bleu, Broca en vert et conduction en orange) à trois dimensions : le VOT en abscisse, la durée des explosions en ordonnée, le nombre de barres d'explosion en cote.

Au vu de ce résultat nous avons effectué des analyses *post hoc* séparément d'une part pour chacune des groupes et de l'autre, pour les consonnes occlusives sonores et sourdes. Nous avons inclus dans les analyses séparées le nombre de barres d'explosion. L'interaction entre le nombre de barres d'explosion et la sonorité cible s'avère non significative dans le modèle global si on prend en

considération le seuil fixé à 0.05 ($p=.069$ pour cet effet) mais nous l'incluons étant donné le caractère exploratoire de ces analyses.

En premier lieu, nous allons rapporter les résultats des analyses séparées par groupes.

En ce qui concerne le groupe contrôle, nous observons l'effet significatif des interactions entre le VOT et la sonorité cible ($F(1,722.15)=10.06$, $p=.001$) et le nombre de barres d'explosion et la sonorité cible ($F(1,759.83)=5.26$, $p=.022$). On observe que pour les sonores, chaque milliseconde de plus du VOT négatif entraîne une augmentation des valeurs de la durée des explosions de 0.01 ms. tandis que pour les sourdes chaque milliseconde de plus du VOT positif entraîne une augmentation des valeurs de la durée des explosions de 0.05 ms. Cette différence est statistiquement significative ($p=.002$). Par ailleurs, on observe que chaque barre d'explosion entraîne une augmentation des valeurs de la durée des explosions supérieures pour les sonores que pour les sourdes (de 4.62 ms. vs 3.93 ms. pour les sonores et les sourdes respectivement, $p=.022$).

En ce qui concerne le groupe Broca, on observe un effet significatif de l'interaction entre le VOT et la sonorité cible ($F(1,414.21)=16.44$, $p=.000$) tandis que l'interaction entre le nombre de barres d'explosion et la sonorité cible n'est pas significative ($p=.430$). On constate que chaque milliseconde de plus du VOT négatif entraîne une augmentation des valeurs de la durée des explosions de 0.02 ms. pour les sonores et de 0.11 ms. pour les sourdes. Cette différence est très significative ($p=.000$).

Finalement, concernant le groupe conduction, les analyses mettent en lumière l'effet significatif de l'interaction entre le VOT et la sonorité cible ($F(1,600.67)=42.63$, $p=.000$). L'effet de l'interaction entre le nombre de barres d'explosion et la sonorité cible n'est pas significatif ($p=.171$). Nous constatons que chaque milliseconde du VOT de plus entraîne une augmentation de la durée des explosions de 0.01 ms. pour les occlusives sonores et de 0.21 ms. pour les sourdes. Cette différence est très significative ($p=.001$).

En conclusion l'augmentation des valeurs du VOT (positives ou négatives) entraîne une augmentation de la durée des explosions supérieure pour les sourdes que pour les sonores dans tous les groupes. Par ailleurs, le nombre des barres d'explosion semble avoir un effet « mécanique » dans les groupes aphasiques (Broca et conduction), et linguistique (c.à.d. utilisé pour marquer le contraste phonologique de sonorité) dans le groupe contrôle. Les analyses séparées par groupe sont illustrées dans la Figure 180.

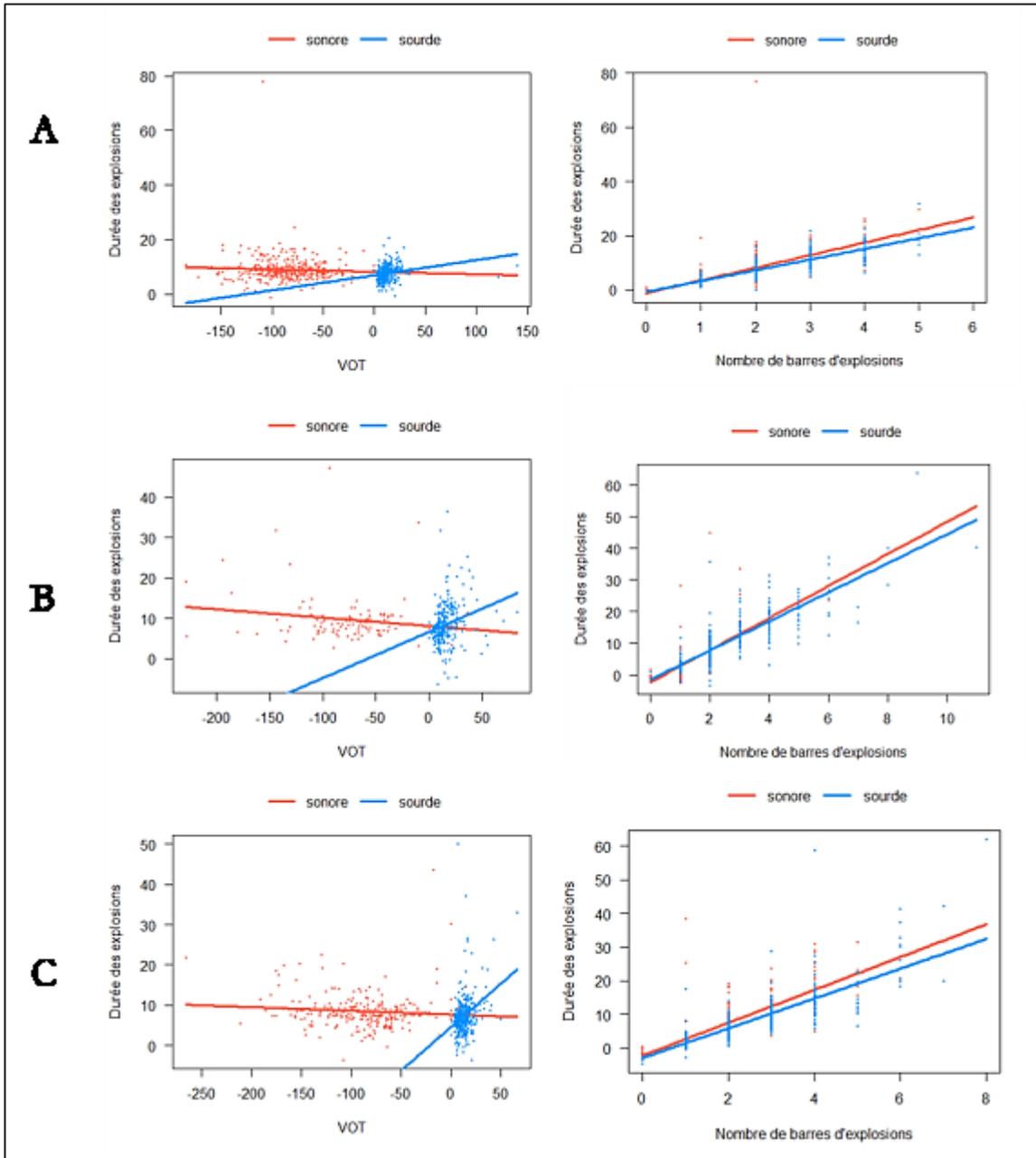


FIGURE 180 Illustration des effets du VOT et du nombre de barres d'explosion sur la durée des explosions en fonction de la sonorité cible pour les groupes: contrôle (A) ; Broca (B), Conduction (C)

Ensuite, nous allons rapporter les résultats des analyses en fonction de la catégorie phonémique (occlusives sourdes et sonores).

Ainsi, en ce qui concerne les occlusives sourdes, nous retrouvons l'effet de l'interaction entre le VOT et la pathologie ($F(2,1145.42)=11.24$, $p=.000$). Cela indique que dans cette catégorie phonémique, les rapports entre le VOT et la durée des explosions ne sont pas identiques dans tous les groupes de sujets. Pour identifier les contrastes significatifs nous avons effectué des comparaisons de pentes de régression par paires moyennant la fonction *lstrends*. Le résultat de cette comparaison met en lumière, en premier lieu, que pour chaque différence de +10 ms. de VOT, la durée des explosions augmente de 0.5 ms., de 1.34 ms. et de 2.06 ms. pour les groupes contrôle, Broca et conduction respectivement. La différence des pentes de régression entre les groupes aphasiques de Broca et conduction n'est pas significative ($p=.126$) tandis que les différences entre le groupe contrôle et chacun des groupes aphasiques est statistiquement significative. La durée des explosions augmente plus rapidement dans les groupes aphasiques que dans le groupe contrôle ($p=.010$, pour le contraste Broca et groupe contrôle, et $p=.000$ pour le contraste entre les groupes conduction et contrôle). L'illustration de ce résultat est présentée dans la Figure 181.

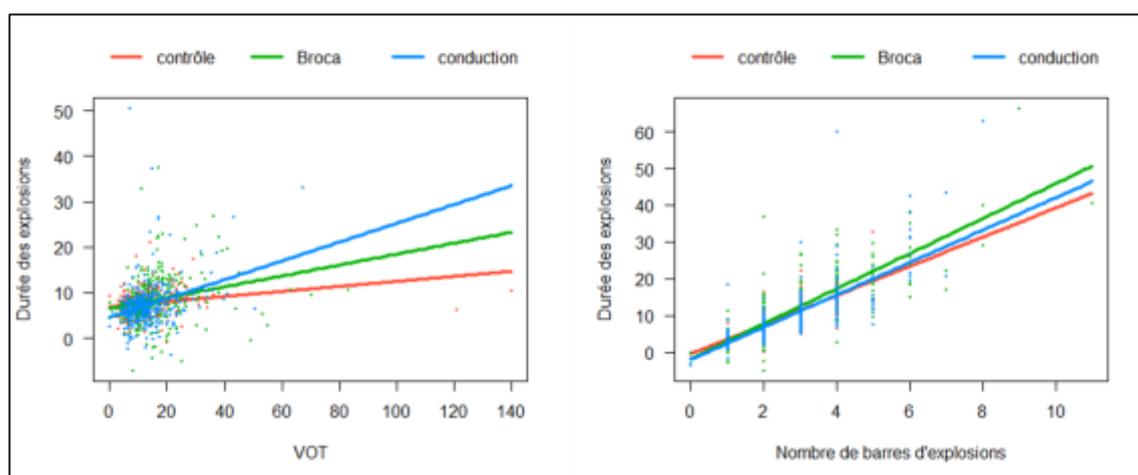


FIGURE 181 Illustration des effets du modèle en fonction du groupe (contrôle, Broca, conduction)

En ce qui concerne les occlusives sonores, on n'observe pas d'effet significatif de l'interaction entre le VOT et la pathologie ($p=.612$) ni entre le nombre de barres d'explosion et la pathologie ($p=.706$).

Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée du bruit fricatif

Etant donné que les cas où la durée du bruit fricatif est supérieure à 0 se limitent aux consonnes sourdes dans le groupe contrôle et le groupe Broca (21 et 7 occurrences respectivement), nous ne pouvons pas effectuer les analyses pour ce paramètre.

Contexte postvocalique

Le contexte postvocalique comprend des contextes suivants : le contexte intervocalique (désormais V-V, par exemple dans *capa, cava, pata, baba*, etc.) et le contexte postvocalique pré-consonantique (désormais V-C, comme dans *abdica, admettre, magno, capta, pacto*, etc.). Dans le contexte V-C, la consonne suivante à celle qui est objet des analyses a le même trait de voisement que la cible (cf. les exemples évoqués dans la phrase précédente). En ce qui concerne les occlusives sourdes en contexte V-C, le VOT de ces productions n'a pas pu être mesuré (les cases correspondant à ce paramètre ont été marquées comme valeurs manquantes).

Ci-après nous allons rapporter les résultats des modèles pour les variables réponse suivantes : la durée segmentale, la durée des explosions et la durée du bruit fricatif.

Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée segmentale

Nous avons commencé nos analyses par la construction d'un modèle global avec la durée segmentale comme variable réponse, le VOT, le nombre de barres, la sonorité cible et la pathologie comme prédicteurs, et les sujets et items comme effets aléatoires.

Les résultats du modèle global montrent un effet significatif de l'interaction triple entre le nombre de barres d'explosion, la sonorité cible et la pathologie ($F(2,912)=3.59$, $p=.028$). Par ailleurs, nous observons un effet de l'interaction double entre le VOT et la sonorité cible ($F(1,745.62)=9.97$, $p=.002$). Ce dernier effet est indépendant de la pathologie (l'interaction triple a été écartée du modèle). Les analyses *post hoc* de cette dernière interaction montrent qu'une augmentation d'une milliseconde de la valeur de VOT (moins négative ou plus positive) entraîne une augmentation de la durée segmentale de 0.32 ms. pour les sonores et de 0.25 ms. pour les sourdes (cette différence est significative, $p=.002$). Les résultats du modèle global sont présentés dans le Tableau 92 et illustrés dans la Figure 182.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
VOT_ms	0.300	1	779.93	NS
LN_expl	10.005	1	938.26	0.002
Lsonore	74.375	1	235.09	0.000
PATHOL	2.074	2	9.75	NS
VOT_ms:Lsonore	12.928	1	773.32	0.000
LN_expl:Lsonore	0.418	1	939.24	NS
Lsonore:PATHOL	16.294	2	909.63	0.000
LN_expl:PATHOL	0.574	2	908.62	NS
LN_expl:Lsonore:PATHOL	3.552	2	908.42	0.029

TABLEAU 92 Résultats du modèle pour l'effet du VOT et du nombre de barres d'explosion sur la durée segmentale en fonction de la sonorité cible des occlusives correctes

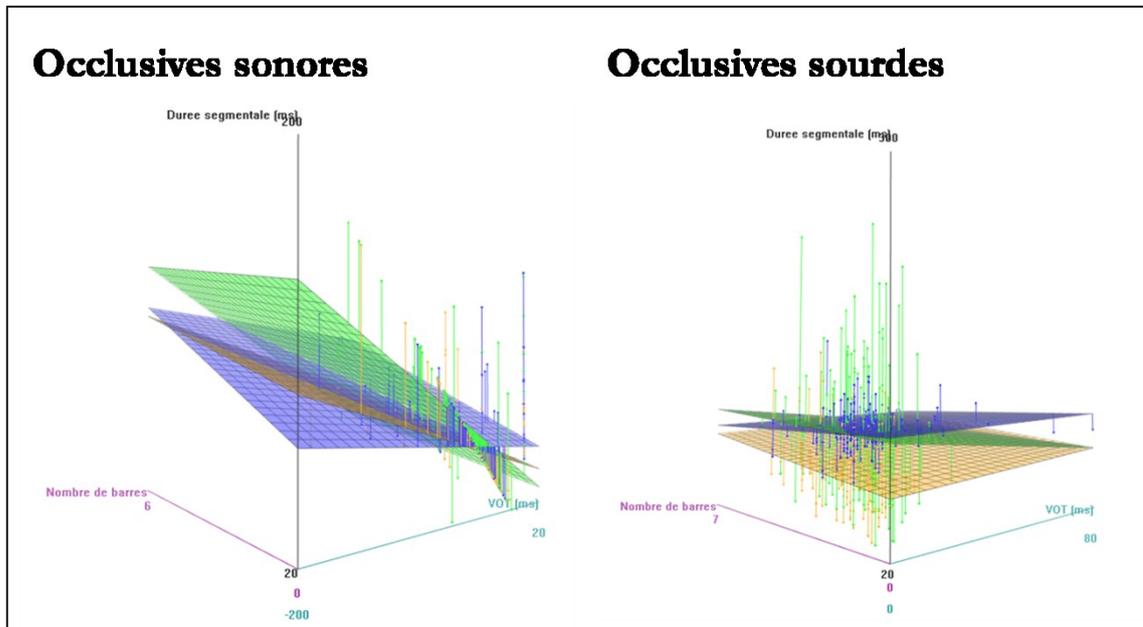


FIGURE 182 Plans de régression superposés en fonction du groupe pour les occlusives sourdes et sonores correctes (contrôle en bleu, Broca en vert et conduction en orange) à trois dimensions : le VOT en abscisse, la durée segmentale en ordonnée, le nombre de barres d'explosions en côte.

Étant donné ce résultat, nous avons effectué des analyses séparées d'une part en fonction du groupe (Broca, conduction, contrôle) et de l'autre en fonction de la catégorie phonémique (occlusives sonores et sourdes).

Nous allons d'abord rapporter les résultats pour les groupes.

En ce qui concerne le groupe contrôle, les analyses montrent un effet significatif de l'interaction entre le nombre de barres d'explosion et de la sonorité cible ($F(1,364.54)=8.83, p=.003$) et un effet significatif de l'interaction entre le VOT et la sonorité cible ($F(1,372.79)=8.26, p=.004$). Nous constatons que chaque barre d'explosion de plus entraîne, pour les occlusives sonores postvocaliques, une augmentation de la durée segmentale de 8.46 ms. et pour les occlusives sourdes, une augmentation de 0.94 ms. Cette différence est significative ($p=.003$). Par ailleurs, nous observons que chaque milliseconde du VOT de plus (positif ou négatif) entraîne une augmentation de la durée segmentale de 0.17 ms pour les sonores et de 0.20 ms pour les sourdes. Cette différence est significative ($p=.005$).

A l'égard du groupe Broca, nous n'observons pas d'effets significatifs pour aucune des interactions (i.e. avec le VOT et nombre de barres d'explosions en fonction de la sonorité). Les analyses révèlent des effets principaux du VOT ($F(1,262.02)=14.81, p=.000$), du nombre de barres d'explosion ($F(1,196.71)=5.01, p=.026$) et de la sonorité cible ($F(1,168.34)=27.07, p=.000$).

Finalement, concernant le groupe conduction, les analyses mettent en lumière un effet significatif de l'interaction entre le VOT et la sonorité cible ($F(1,296.81)=9.16, p=.003$). Nous observons que chaque milliseconde du VOT (positif ou négatif) de plus entraîne une augmentation de la durée segmentale de 0.37 ms. pour les consonnes occlusives sonores et de 0.69 ms. pour les consonnes sourdes. Cette différence est significative ($p=.003$). En revanche l'interaction entre le nombre de barres d'explosion et la sonorité cible n'est pas significative ($p=.622$).

Les résultats des analyses séparées par groupes sont illustrés dans les Figure 183.

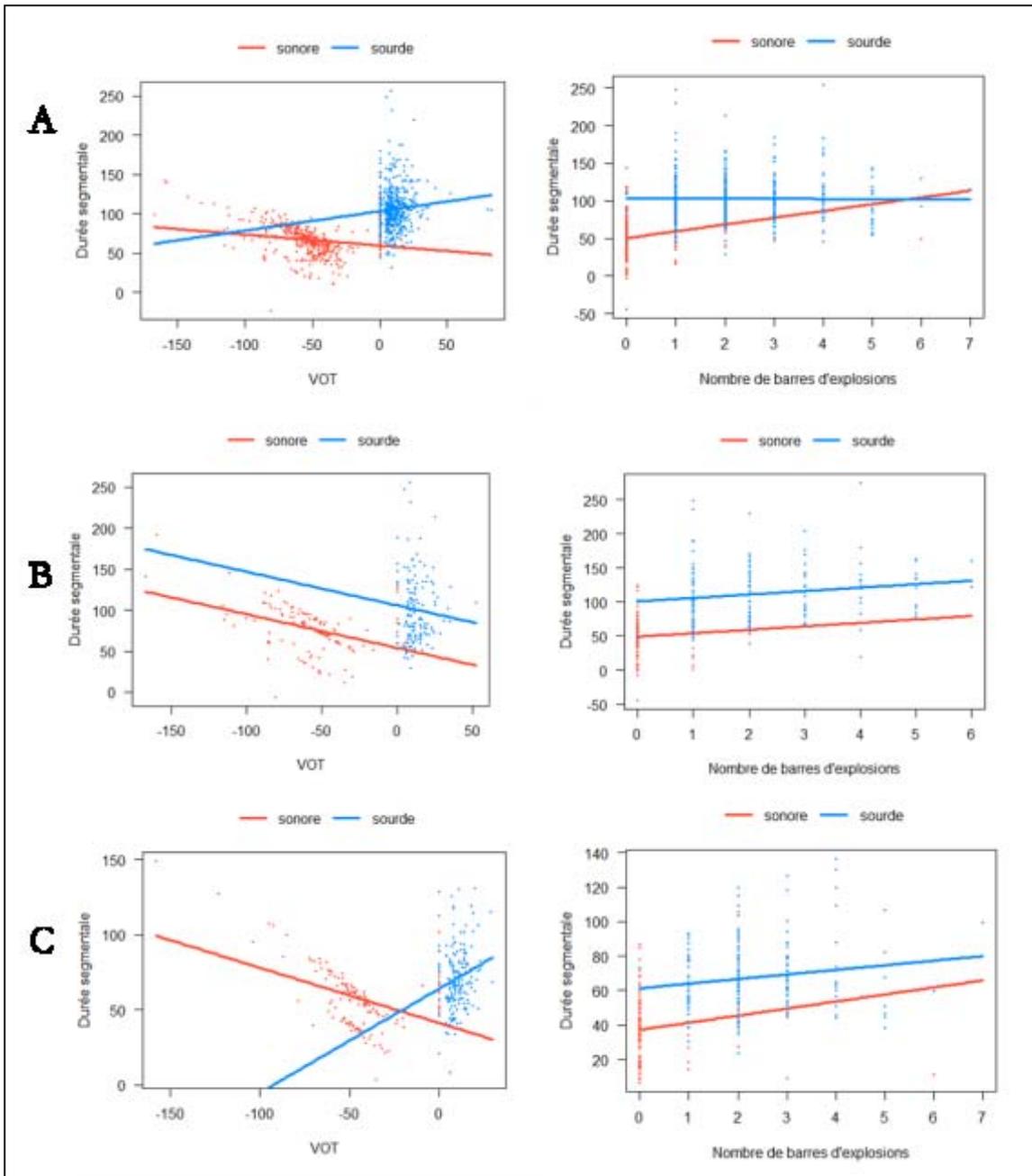


FIGURE 183 Illustration des effets du modèle en fonction du groupe (contrôle, Broca, conduction)

Ci-après nous rapportons les résultats des analyses en fonction de la catégorie phonémique (occlusives sonores et sourdes).

Les résultats de ces analyses mettent en évidence qu'en ce qui concerne les occlusives sourdes, la durée segmentale varie en fonction du VOT ($F(1,266.94)=4.00, p=.046$) et du nombre de barre d'explosion ($F(1,262.35)=9.24, p=.003$), indépendamment de la pathologie. Ce résultat est illustré dans la Figure 184.

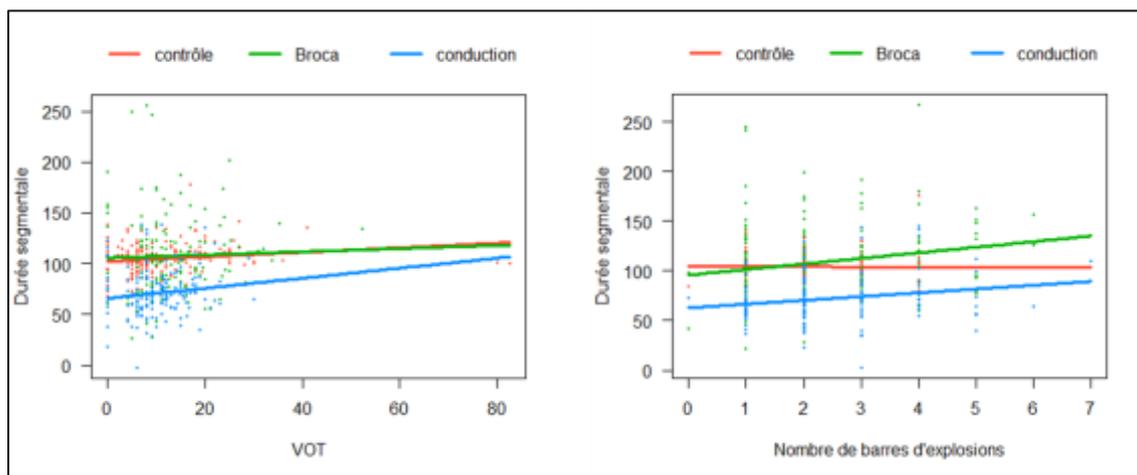


FIGURE 184 Effet du modèle en fonction du groupe: occlusives sourdes correctes

En ce qui concerne les occlusives sonores, les analyses séparées pour cette catégorie phonémique révèlent un effet significatif de l'interaction entre le VOT et la pathologie ($F(2,432.62)=8.15, p=.000$). Chaque milliseconde du VOT négatif de plus entraîne une augmentation de la durée segmentale de 0.17 ms., 0.45 ms. et 0.13 ms pour les groupe contrôle, Broca et conduction respectivement. La pente de régression du groupe Broca est significativement différente de celles du groupe conduction ($p=.001$) et du groupe contrôle ($p=.005$). En revanche, le nombre de barres d'explosion influence significativement la durée segmentale indépendamment de la pathologie ($F(1,430.60)=22.28, p=.000$). Ce résultat est illustré dans la Figure 185.

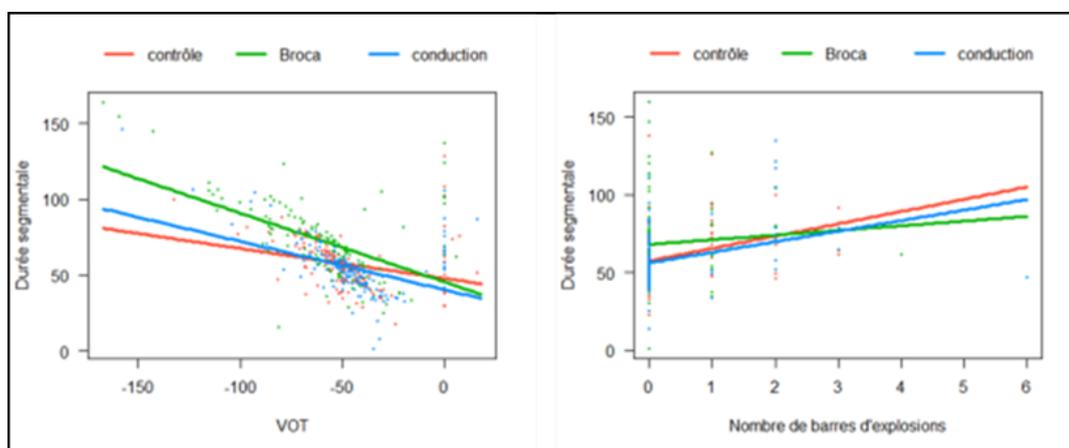


FIGURE 185 Illustrations des effets du modèle en fonction du groupe: les occlusives sourdes correctes

Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée des explosions

Afin de déterminer l'effet du VOT et d'autres variables indépendantes sur la durée des explosions, nous avons construit un modèle avec la durée des explosions comme variable dépendante et le VOT, le nombre de barres, la sonorité cible et la pathologie comme effets fixes. Les sujets et items ont été introduits comme effets aléatoires.

Les résultats du modèle font état d'un effet significatif de l'interaction triple entre le VOT, la sonorité cible et la pathologie ($F(2,917)=11.09$, $p=.000$). Le nombre de barres influence significativement la durée des explosions en relation avec la sonorité cible ($F(1,947.47)=6.09$, $p=.014$), tandis que l'interaction triple qui implique le nombre de barres, la sonorité cible et la pathologie n'est pas significative (cette interaction a été éliminée du modèle final). Le résultat de l'examen de l'interaction double du nombre de barres d'explosion et de la sonorité cible révèle que pour chaque barre d'explosion la durée des explosions augmente significativement davantage pour les occlusives sourdes par rapport aux sonores (3.81 ms. et 3.21 ms dans les sourdes et sonores respectivement, $p=.013$). Le Tableau 93 résume les résultats du modèle global. Ces résultats sont illustrés dans la Figure 186.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
VOT_ms	8.38	1	809.24	0.004
LN_expl	796.84	1	946.23	0.000
Lsonore	2.80	1	196.65	NS
PATHOL	4.12	2	916.29	0.017
VOT_ms:Lsonore	8.38	1	809.24	0.004
LN_expl:Lsonore	6.24	1	946.23	0.013
Lsonore:PATHOL	1.33	2	916.29	NS
VOT_ms:PATHOL	7.86	2	915.65	0.000
VOT_ms:Lsonore:PATHOL	11.10	2	915.65	0.000

TABLEAU 93 Résumé des effets significatif du modèle pour l'analyse des effets du VOT et du nombre de barres d'explosion sur la durée des explosions des occlusives correctes

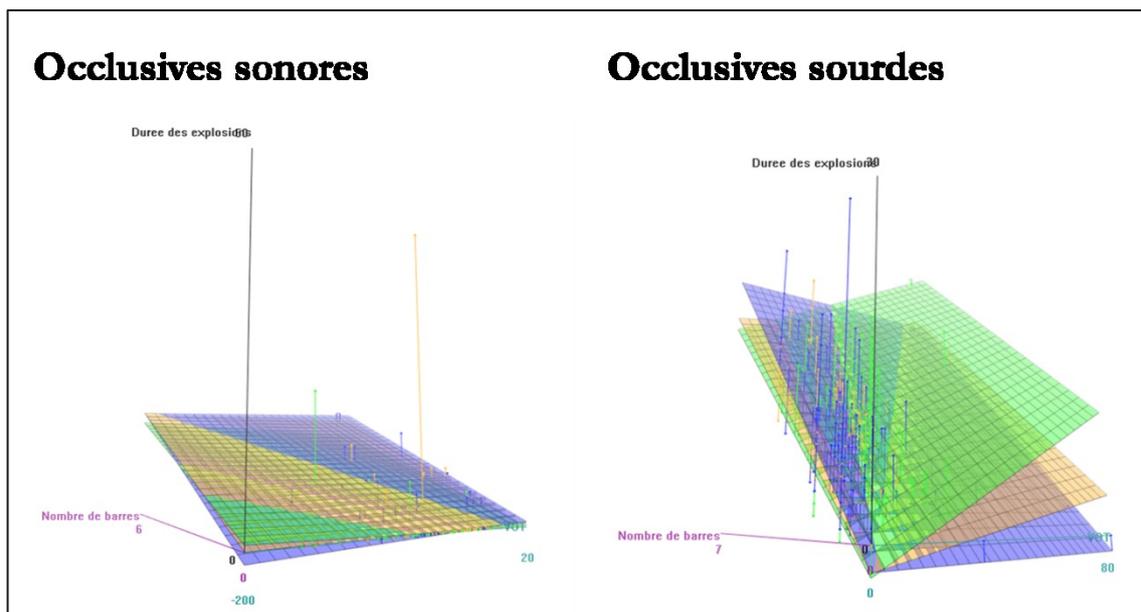


FIGURE 186 Plans de régression superposés en fonction du groupe pour les occlusives sourdes et sonores correctes (contrôle en bleu, Broca en vert et conduction en orange) à trois dimensions : le VOT en abscisse, la durée des explosions en ordonnée, le nombre de barres d'explosions en cote.

Étant donné ce résultat, nous avons décidé de séparer les analyses d'abord par groupe (contrôle, Broca et conduction) et ensuite par catégorie phonémique (occlusives sourdes et sonores).

Nous rapportons ci-après les résultats des analyses par groupe.

En ce qui concerne le groupe contrôle, nous n'observons pas d'effets significatif ni pour l'interaction entre le VOT et sonorité cible ($p=.427$) ni pour le nombre de barres d'explosion et la sonorité cible ($p=.352$).

Concernant le groupe Broca, nous constatons un effet significatif de l'interaction entre le VOT et la sonorité cible ($F(1.210,47)=29.58, p=.000$) et de l'interaction entre le nombre de barres d'explosion et la sonorité cible ($F(1.262,52)=4.64, p=.032$). Pour les occlusives sonores, chaque milliseconde du VOT négatif de plus entraîne une augmentation de la durée des explosions de 0.004 ms tandis que pour les sourdes, de 0.17 ms ($p=.000$). Par ailleurs, chaque barre d'explosion de plus entraîne une augmentation de la durée des explosions de 2.77 ms pour les occlusives sonores et de 3.88 ms. pour les sourdes ($p=0.35$).

Finalement, en ce qui concerne le groupe conduction, aucune des interactions impliquant le VOT ou le nombre de barres d'explosion et la sonorité cible n'est significative. Le résultat de ces analyses est illustré dans la Figure 187.

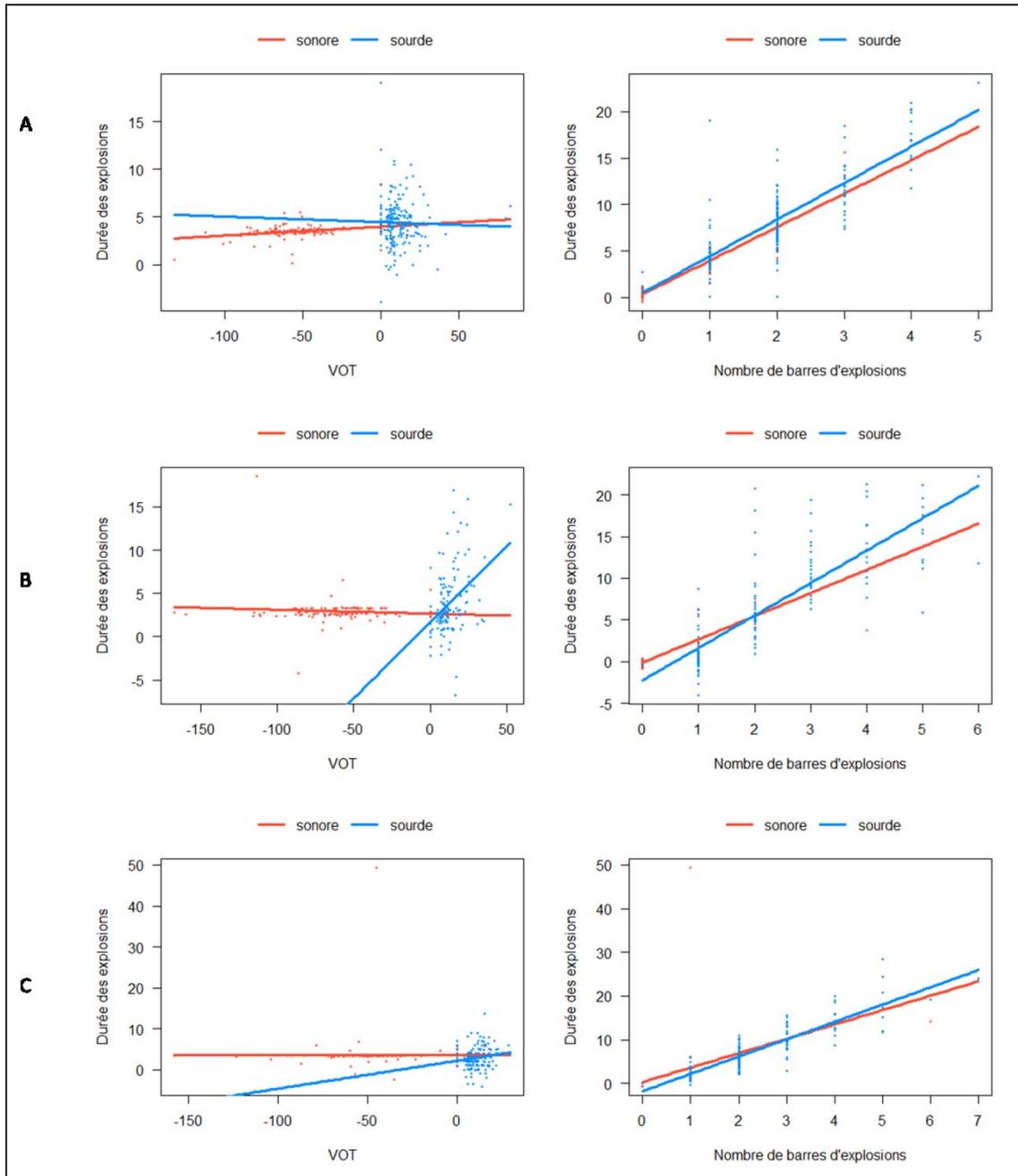


FIGURE 187 Effets du modèles en fonction pour chaque groupe: contrôle (A), Broca (B) et conduction (C).

Ci-après nous rapportons les résultats des analyses en fonction de la catégorie phonémique (sonores et sourdes).

Ainsi, en ce qui concerne les occlusives sourdes, les analyses séparées pour cette catégorie phonémique révèlent un effet significatif de l'interaction entre le VOT et la pathologie ($F(2,462.42)=9.16, p=.000$). Nous constatons que dans les groupes aphasiques la durée des

explosions augmente pour chaque milliseconde de plus du VOT de 0.15 ms. et 0.06 ms dans le groupe Broca et conduction respectivement. En revanche, avec chaque milliseconde de plus du VOT, la durée des explosions diminue de 0.02 ms dans le groupe contrôle. La différence entre les pentes de régression entre le groupe contrôle et Broca est significative ($p=.000$) tandis que différences entre les autres pentes ne sont pas statistiquement significatives. Quant au nombre de barres d'explosion, cette variable influence la durée des explosions indépendamment de la pathologie ($F(2,462.97)=697.92, p=.000$). Pour chaque barre d'explosion, la durée des explosions augmente globalement de 3.84 ms. Ce résultat est illustré dans la Figure 188.

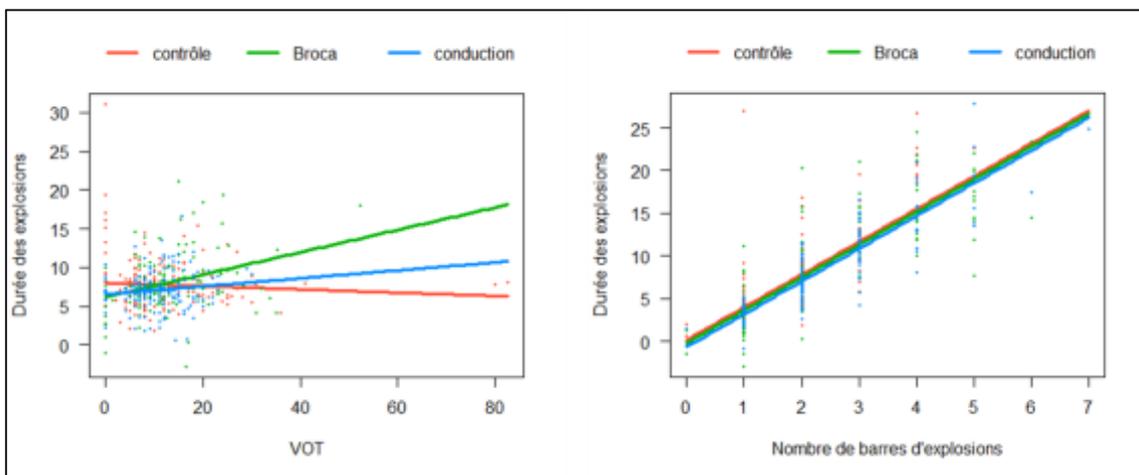


FIGURE 188 Illustration du résultat pour les occlusives sourdes correctes.

En ce qui concerne les occlusives sonores, on n'observe pas d'effets significatifs impliquant le VOT et le nombre de barres d'explosion en fonction de la sonorité cible.

Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée du bruit fricatif

Les analyses préliminaires montrent que le nombre de cas où la durée du bruit fricatif est supérieure à 0 est trop limité pour poursuivre les analyses. En effet, nous observons 6 cas dans le groupe contrôle repartis entre deux catégories (3 pour la catégorie sonores et 3 pour la catégorie sourdes) ; 10 cas pour le groupe Broca, dont seulement 1 dans la catégorie sonores et finalement, 5 cas pour le groupe conduction, dont aucun dans la catégorie sourdes. Les effectifs montrent que les occlusives intervocaliques perçues correctement ne sont généralement pas produites avec de l'aspiration.

Récapitulation des résultats

Dans cette partie nous avons examiné les effets du VOT et du nombre de barres d'explosions en fonction de la sonorité et de la pathologie sur les valeurs des paramètres secondaires, dans les contextes initial et postvocalique. Les résultats de ces analyses permettent de mettre en évidence que:

- A. En ce qui concerne la position initiale et les valeurs de la durée des explosions :
 - Le VOT prédit les valeurs de la durée des explosions en fonction de la sonorité cible (sourdes, sonores) et du groupe (contrôle, Broca et conduction) tandis qu'il n'y a pas d'effet significatif de l'interaction entre le nombre de barres et la sonorité cible ni de l'interaction triple avec la pathologie sur la durée des explosions.
 - Pour les occlusives sourdes, le VOT prédit une augmentation des valeurs de la durée des explosions mais il entraîne une augmentation plus rapide de la durée des explosions dans les groupes aphasiques que dans le groupe contrôle. Par ailleurs, plus il y a de barres d'explosion, plus les durées des explosions de ces consonnes sont longues, sans différences significatives entre les groupes. Les occlusives sourdes initiales sont rarement aspirées et la durée du bruit fricatif n'est corrélée avec aucun des paramètres acoustiques prédicteurs (VOT ou nombre de barres d'explosion).
 - Pour les occlusives sonores, le VOT prédit une augmentation des valeurs de la durée des explosions indépendamment de la pathologie. Cette augmentation est significativement supérieure par rapport à celle observée pour les occlusives sourdes. Par ailleurs, le nombre de barres d'explosion entraîne également une augmentation de la durée des explosions indépendamment du groupe. Cette augmentation n'est pas différente de celle des occlusives sourdes.

B. En ce qui concerne la position postvocalique et les valeurs de la durée segmentale :

- La durée segmentale varie significativement en fonction du VOT et de la sonorité cible. L'augmentation des valeurs du VOT (moins négatives ou plus positives) entraîne une augmentation de la durée segmentale des deux types d'occlusives, mais cette augmentation est plus importante pour les sonores que pour les sourdes.
- La durée segmentale varie également significativement en fonction du nombre de barres d'explosion : pour chaque barre d'explosion, la durée segmentale augmente, sans différences en fonction de la sonorité cible ni de la pathologie.

C. En ce qui concerne la position postvocalique et les valeurs de la durée des explosions :

- Les analyses montrent que, en ce qui concerne les occlusives sourdes, la durée des explosions augmente avec le VOT pour les groupes aphasiques tandis qu'elle diminue dans le groupe contrôle. Le VOT n'affecte pas les valeurs de la durée des explosions pour les sonores.
- En ce qui concerne l'effet du nombre de barres d'explosion, la durée des explosions augmente en fonction du nombre de barres, mais elle augmente significativement davantage pour les occlusives postvocaliques sourdes que pour les sonores. Cet effet est indépendant de la pathologie.

Finalement, en ce qui concerne la durée du bruit fricatif, le nombre limité de cas où il est présent ne permet pas de tirer des conclusions pertinentes.

En résumant, globalement, le nombre de barres d'explosion semble avoir un effet mécanique, c.à.d. indépendant de la sonorité cible, sur les variables dépendantes, à l'exception de la durée des explosions dans le contexte postvocalique. Cet effet prédit que plus le nombre de barres est élevé, plus longue est la durée des explosions. Il est indépendant de la pathologie dans tous les cas.

En ce qui concerne le VOT, globalement, ce paramètre a un effet sur les valeurs des paramètres secondaires en fonction de la sonorité. En outre, il existe des différences dans les relations entre le VOT et les paramètres secondaires en fonction de la pathologie. Ces différences vont soit dans le sens d'un renforcement d'une tendance – par exemple, les valeurs de la durée des explosions, en position initiale, augmentent davantage pour les sourdes produites par les sujets aphasiques que pour les sourdes produites par le groupe contrôle -, soit dans le sens inverse – les valeurs de la durée des explosions, en position postvocalique, augmentent avec le VOT

dans les groupes aphasiques mais diminuent dans le groupe contrôle. En ce qui concerne l'effet du VOT sur la durée segmentale, les segments s'allongent davantage avec l'augmentation des valeurs de VOT (plus positives ou moins négatives) pour les sonores que pour les sourdes, indépendamment de la pathologie.

Assourdissements

Introduction

L'objectif des analyses rapportées ci-après est d'examiner les relations entre les paramètres acoustiques par rapport à la cible phonologique (ici, le contraste de sonorité) quand elle n'a pas été atteinte, c.à.d. dans les erreurs. Les présentes analyses se basent sur les observations qui ressortent des résultats présentés dans les parties précédentes et elles sont orientées par la question de recherche suivante : est-ce que les patients aphasiques utilisent des stratégies compensatoires sur le plan phonique afin d'établir le contraste phonologique de manière différentielle en fonction du groupe ?

Nous allons commencer par préciser quels sont les résultats antérieurs qui invitent à un examen acoustique plus approfondi des erreurs.

Nous avons vu dans la partie I de ce chapitre, consacrée à l'examen des erreurs segmentales, que le nombre d'assourdissements est largement supérieur à tout autre type d'erreurs recueillies dans cette étude. De surcroît, nous avons constaté que ce type d'erreurs est observé aussi bien dans le groupe Broca que dans le groupe conduction. Rappelons qu'une erreur d'assourdissement désigne la réalisation d'une consonne occlusive sonore comme sourde, selon la perception de l'interlocuteur.

Une des hypothèses que nous avons avancées dans le présent travail consiste à prédire que les mécanismes sous-jacents aux erreurs qui se manifestent sur le plan phonique comme des substitutions associées au changement de la sonorité ne sont pas forcément les mêmes selon le tableau clinique de l'aphasie (Broca et conduction). Nous avons précisé, en outre, que le déficit chez les aphasiques de Broca se situe au niveau phonétique de production verbale tandis que chez les aphasiques de conduction, il se situe à un niveau supérieur, phonologique. L'examen des variables qui exercent potentiellement un effet sur la probabilité d'apparition de ce type d'erreurs montre effectivement que cette probabilité est influencée différemment pour chaque groupe en fonction du contexte phonique et/ou de la structure syllabique : pour le groupe Broca, la probabilité d'observer une erreur d'assourdissement est plus élevée en contexte initial, post-consonantique, ou en position d'attaque syllabique (C-V, par exemple dans *blando*, *abdomen*) par rapport aux autres contextes, tandis que dans le groupe conduction, les contextes initial et postvocalique (V-C, par exemple dans *abdica*, *administrar*) ou la position de coda syllabique semblent les plus vulnérables. Par ailleurs, les

erreurs d'assourdissement semblent être affectées de manière semblable dans les deux groupes de sujets par la fréquence syllabique et lexicale.

En revanche, les analyses acoustiques uniparamétriques, présentées dans le chapitre précédent, vont dans le sens opposé de celui de nos prédictions initiales relatives au déficit sous-jacent chez les aphasiques de conduction. Nous avons prédit que ces patients, présentant un déficit phonologique se situant au niveau de la sélection des phonèmes, réaliseront les assourdissements – i.e. les phonèmes mal sélectionnés – comme des sourdes correctes. Or, les résultats indiquent que les assourdissements produits par ces patients présentent des caractéristiques acoustiques significativement différentes des occlusives sourdes correctes, comme c'est également le cas pour les patients aphasiques de Broca. En particulier, l'examen acoustique révèle que les valeurs du VOT des assourdissements sont significativement inférieures (plus courtes) à celles des occlusives sourdes correctes, et ce, indépendamment du groupe. Cet effet est néanmoins nuancé par les effets d'autres variables indépendantes telles que le contexte phonique, l'accent ou la tâche, qui affectent la relation entre le VOT et la sonorité cible de manière différentielle en fonction de la pathologie. Ensemble, ces résultats indiquent, d'un côté, que les patients aphasiques de conduction présentent un déficit phonétique concomitant à leur déficit phonologique, et de l'autre, que ce déficit n'est pas exactement le même que celui du groupe Broca, puisqu'il n'est pas sensible aux mêmes effets.

Étant donné que le VOT présente une distribution unimodale (valeurs positives) pour les occlusives sourdes et assourdies, nous avons tenté de déterminer si les patients utilisent d'autres indices acoustiques afin d'établir le contraste de sonorité. Cette recherche était guidée par l'hypothèse selon laquelle, la parole des sujets aphasiques de Broca devrait présenter des traces d'une bonne sélection phonémique qui se manifesterait par des différences systématiques entre les erreurs et les productions correctes sur les paramètres secondaires, i.e. autres que le VOT. Cela est en relation avec l'hypothèse classique qui attribue le déficit phonétique des aphasiques de Broca à la difficulté de la programmation des gestes articulatoires impliquant deux structures indépendantes (glottique et supra-glottique) sous des contraintes temporelles rigoureuses. En revanche, nous avons prédit que, dans le groupe conduction, de telles traces acoustiques ne seraient pas observées puisque ces patients implémenteraient le phonème sélectionné à l'étape précédente (i.e. phonologique) – de manière correcte ou erronée - sans difficulté. Les analyses menées à terme dans le but de tester ces hypothèses mettent en lumière qu'en effet, l'existence d'une erreur associée due à un changement de sonorité influence la distribution des valeurs des paramètres secondaires tels que le nombre de barres d'explosion, la durée du bruit fricatif ou le FTT mais que cet effet, dans la plupart des cas, est indépendant de la pathologie. Par ailleurs, l'examen des contrastes met en évidence que les consonnes occlusives assourdies se caractérisent globalement par un nombre de barres inférieur à celui des sourdes correctes ainsi que par la présence de bruit fricatif et par l'allongement du bruit des formants c.à.d. elles présentent des caractéristiques qui les rapprochent des phonèmes sonores. Ce résultat indique, encore une fois, l'existence d'un déficit phonétique chez les aphasiques de

conduction. En outre, il montre que les paramètres autres que le VOT jouent un rôle dans l'implémentation du trait de sonorité.

Étant donné ce résultat, nous souhaitons savoir si l'examen des relations entre les différents paramètres acoustiques nous renseigne davantage sur les différences existant entre les deux groupes cliniques pour ce qui concerne leur difficulté d'implémentation des occlusives sonores au plan phonétique. Notre deuxième question est en rapport avec l'hypothèse de l'existence de stratégies de compensation. Étant donné que le VOT des occlusives sonores cible présente une distribution anormale – quelle que soit l'origine de cette difficulté, i.e. un problème de programmation ou un problème d'accès à l'information relative aux valeurs scalaires de ce paramètre –, la question qui se pose est de savoir quelles sont les relations que ce paramètre entretient avec les paramètres secondaires en fonction du groupe. Par ailleurs, sachant que le phénomène d'assourdissement, en espagnol, peut être un processus concomitant au renforcement articulaire (les sourdes sont plus tendues que les sonores), nous nous demandons quelle est la relation entre le paramètre qui véhicule, sur le plan phonique, le trait [-continue], i.e. l'existence de barres d'explosion, avec les paramètres secondaires telles que la durée des explosions, la durée du bruit fricatif ou encore la durée segmentale et si ces effets dépendent de la pathologie.

Objectifs

Ainsi, dans le but d'examiner le comportement compensatoire sur le plan phonique chez des sujets aphasiques, nous nous proposons de déterminer si les paramètres secondaires – la durée des explosions, la durée segmentale, la durée du bruit fricatif, le VTT et le FTT - présentent des valeurs significativement différentes en fonction de l'interaction entre le VOT, le nombre de barres d'explosion, la sonorité cible, c.à.d. l'erreur associée au changement de sonorité (occlusives sourdes perçues comme sourdes ou occlusives sonores perçues comme assourdies) et la pathologie. Ces analyses se limitent aux groupes aphasiques, le groupe contrôle n'est pas pris en compte en raison du fait que ce type d'erreurs ne sont pas observées dans ce groupe.

Les analyses préalables de la parole perçue comme correcte (provenant des sujets contrôle et des sujets aphasiques) permettent de constater que, globalement, l'effet du nombre de barres d'explosion – l'indice principal du mode d'articulation des consonnes occlusives – sur les variables dépendantes semble « mécanique », tandis que celui du VOT affecte ces variables de manière différentielle en fonction de la sonorité cible.

Echantillon

En contexte initial, nous disposons d'un échantillon de 229 assourdissements que nous comparerons avec 757 occlusives sourdes correctes. La distribution des cas est donnée dans le Tableau 94.

TABLEAU		
Contexte	Assourdissements	Sourdes
Initial		
<i>Broca</i>	165	345
<i>Conduction</i>	64	412
Total	229	757

TABLEAU 94 Distribution des cas en fonction de la pathologie, contexte initial

En position postvocalique, nous disposons d'un échantillon de 40 erreurs d'assourdissements et 322 occlusives sourdes correctes. La distribution des occurrences est présentée dans le Tableau 95.

TABLEAU		
Contexte	Assourdissements	Sourdes
Postvocalique		
<i>Broca</i>	22	148
<i>Conduction</i>	18	184
Total	40	332

TABLEAU 95 Distribution des cas en fonction de la pathologie, contexte postvocalique

L'assourdissement d'une consonne occlusive sonore peut entraîner un changement de mode d'articulation. Dans le Tableau 96 nous présentons la distribution des erreurs d'assourdissements en fonction du contexte phonétique et du mode d'articulation de la consonne qui a été perçue, ce qui met en évidence la coexistence des erreurs classées - du point de vue perceptif - comme occlusives, fricatives ou affriquée sourdes. Nous constatons qu'en position initiale et intervocalique, la majorité d'erreurs d'assourdissement appartiennent à la même catégorie que la cible en termes de mode d'articulation, c.à.d. à celle des occlusives. En revanche, en contexte V-C, 64% d'erreurs appartiennent à une catégorie différente par rapport au voisement et au mode d'articulation.

Contexte phonique	Mode d'articulation de la consonne perçue			Total ligne
	occlusive	fricative	affriquée	
initiale	205 89%	21 9%	3 1%	229
V-V	21 72%	8 28%	0 0%	29
V-C	9 36%	16 64%	0 0%	25
Total colonne	235	45	3	283

TABLEAU 96 Distribution des erreurs d'assourdissement de phonèmes occlusifs sonores en fonction du contexte phonique et du mode d'articulation de la consonne perçue. Le premier chiffre dans la cellule correspond au nombre d'occurrences, le deuxième, au pourcentage à l'intérieur de la catégorie 'contexte phonique'

Analyses statistiques et construction du modèle

Nous reprenons le modèle utilisé pour l'examen de la production correcte dans lequel la variable dépendante est tour à tour chacun des paramètres secondaires, et le VOT, le nombre de barres d'explosion, la sonorité cible (l'erreur) et la pathologie comme prédicteurs. Les sujets et items sont introduits comme variables aléatoires. Ces analyses portent sur les occlusives sourdes et sonores cible qui ont été perçues comme sourdes, dans les contextes initial et postvocalique séparément.

Comme nous l'avions fait pour les occlusives sourdes correctes, nous avons effectué des analyses préalables pour voir l'effet du VOT sur le nombre de barres d'explosion. Le résultat de ce modèle pour les occlusives perçues sourdes (correctes et erreurs) en contexte initial met en lumière un effet principal du VOT ($F(1,980.62)=63.78, p=.000$). Tous les autres effets et interactions ne sont pas significatifs. En revanche, l'examen de l'effet du VOT sur le nombre de barres d'explosion en contexte post-vocalique met en évidence un effet significatif de l'interaction triple entre le VOT, la sonorité cible (erreur) et la pathologie ($F(1,358.32)=5.24, p=.022$). Les analyses séparées par groupes révèlent, d'une part, pour le groupe Broca, un effet principal du VOT indépendamment de la sonorité ($F(1,146,03)=27.63, p=.000$). D'autre part, pour les aphasiques de conduction, le VOT a un effet sur le nombre de barres en fonction de la sonorité cible ($F(1,181.24)=15.95, p=.000$). L'augmentation des valeurs de VOT (plus positives ou moins négatives) entraîne une augmentation du nombre de barres d'explosion davantage pour les sourdes correctes que pour les assourdissements (0.079 de barre vs 0.011 de barre pour les sourdes et les assourdissements respectivement, $p=.000$).

Résultats

Contexte initial

Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée des explosions

Nous avons construit un modèle de régression linéaire à effets mixtes qui comporte la durée des explosions comme variable réponse, et le VOT, le nombre de barres d'explosions, la sonorité cible (l'erreur) et la pathologie comme variables indépendantes. Les sujets et items ont été introduits comme effets aléatoires.

Les résultats de ce modèle montrent un effet significatif de l'interaction triple entre le nombre de barres d'explosions, la sonorité cible et la pathologie ($F(1,968.91)=14.19$, $p=.000$). En ce qui concerne le VOT, nous observons un effet significatif de l'interaction entre ce paramètre et la sonorité cible (l'erreur) ($F(1,951.35)=6.52$, $p=.012$), cet effet étant indépendant de la pathologie (la signification de n'atteint pas le seuil fixé à 0.05). Les analyses postérieures montrent que pour chaque augmentation du VOT d'une milliseconde, la durée des explosions augmente significativement davantage pour les consonnes sourdes que pour les assourdies (0.15 ms. vs. 0.04 ms. dans les sourdes et assourdies respectivement). Les effets du modèle global sont présentés dans le Tableau 97.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
VOT_ms	18.16	1	956.06	0.000
LN_expl	738.80	1,00E+00	918.64	0.000
Lsonore	1.50	1	389.90	NS
PATHOL	0.70	1	24.80	NS
VOT_ms:Lsonore	6.52	1	951.35	0.012
LN_expl:Lsonore	4.09	1	927.23	0.043
Lsonore:PATHOL	4.65	1	970.51	0.031
VOT_ms:PATHOL	0.52	1	963.58	NS
LN_expl:PATHOL	29.45	1	968.97	0.000
VOT_ms:Lsonore:PATHOL	2.74	1	964.10	0.098
LN_expl:Lsonore:PATHOL	14.19	1	968.91	0.000

TABLEAU 97 Résumé des effets du modèle pour l'analyse de l'effet du VOT et du nombre de barres d'explosion en fonction de la sonorité cible sur la durée des explosions

Etant donné qu'il existe une interaction triple significative, nous avons séparé les analyses en fonction de la pathologie (Broca et conduction). Bien que l'effet de l'interaction entre le VOT, la

sonorité cible et la pathologie ne soit pas significatif ($p=.098$), nous avons inclus dans ces analyses les interactions entre la sonorité cible et le VOT au vu du caractère exploratoire de ces analyses.

Pour le groupe Broca, les analyses séparées révèlent un effet significatif de l'interaction entre le nombre de barres d'explosion et la sonorité cible ($F(1,495.86)=18.76$, $p=.000$). Chaque barre d'explosion entraîne une augmentation des valeurs de la durée des explosions supérieure pour les assourdissements par rapport aux occlusives correctes : de 6.97 ms. vs 4.82 ms respectivement. Cette différence est très significative ($p=.000$). En revanche, le VOT influence la durée des explosions indépendamment de la sonorité cible ($F(1,493.59)=9.10$, $p=.003$). Pour chaque augmentation de VOT d'une milliseconde, la durée des explosions augmente de 0.06 ms. Ce résultat indique que le groupe Broca marque la différence entre les erreurs et les occlusives sourdes correctes au moyen d'une combinaison de paramètres : le nombre de barres d'explosion et la durée des explosions mais pas par intermédiaire du VOT.

Pour le groupe conduction, nous observons un patron différent. Le nombre de barres d'explosion influence la durée des explosions indépendamment de la catégorie de sonorité ($F(1,467.72)=296.96$, $p=.000$). La durée des explosions augmente de 4.21 ms. pour chaque barre d'explosion indépendamment de la sonorité cible. Par contre, nous constatons qu'il y a un effet significatif de l'interaction entre le VOT et la sonorité cible ($F(1,460.82)=9.89$, $p=.002$). Dans la catégorie occlusives sourdes correctes, chaque milliseconde du VOT de plus entraîne une augmentation des valeurs de la durée des explosions augmente de 0.21 ms. tandis que dans la catégorie assourdissement, elle entraîne une diminution de 0.003 ms. – très légère – des valeurs de la durée des explosions. La différence entre les pentes est très significative ($p=.000$). Ce résultat suggère que le groupe conduction marque la différence entre les assourdissements et les sourdes correctes par l'intermédiaire d'une combinaison des paramètres du VOT et de la durée des explosions, mais pas à l'aide du paramètre de nombre de barres d'explosion. Ce résultat est illustré dans les Figures 189 et 190.

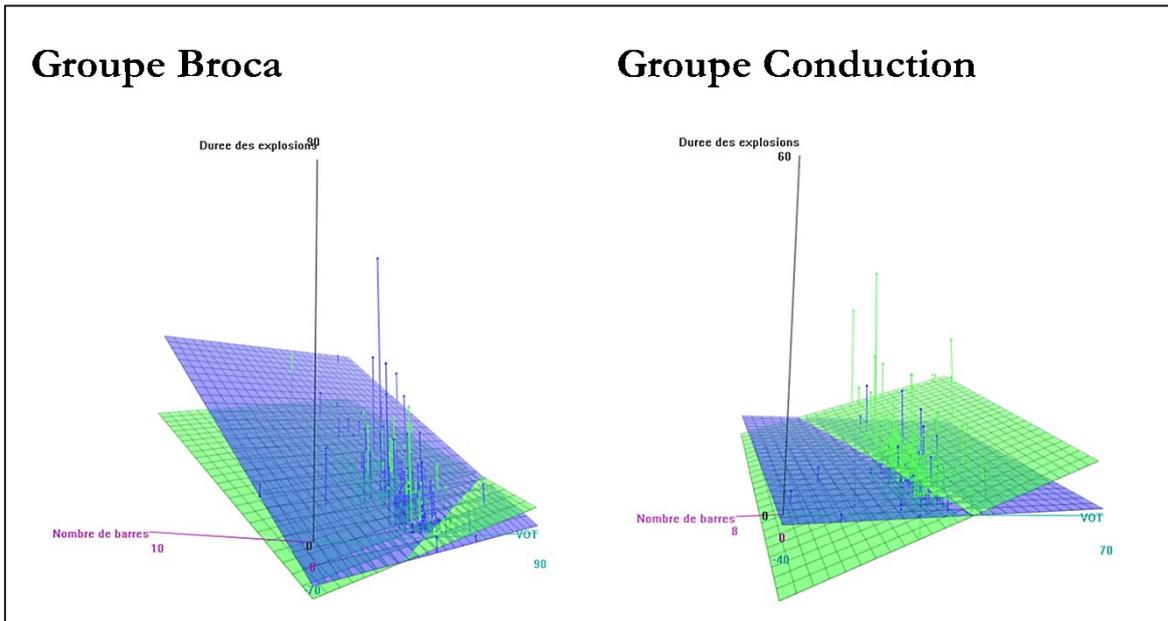


FIGURE 189 Illustration du modèle global: Plans de régression superposés en fonction de l'erreur (assourdissements en bleu et occlusives sourdes correctes en vert) à trois dimensions : le VOT en abscisse, la durée des explosions en ordonnée, le nombre de barres d'explosion en cote ;

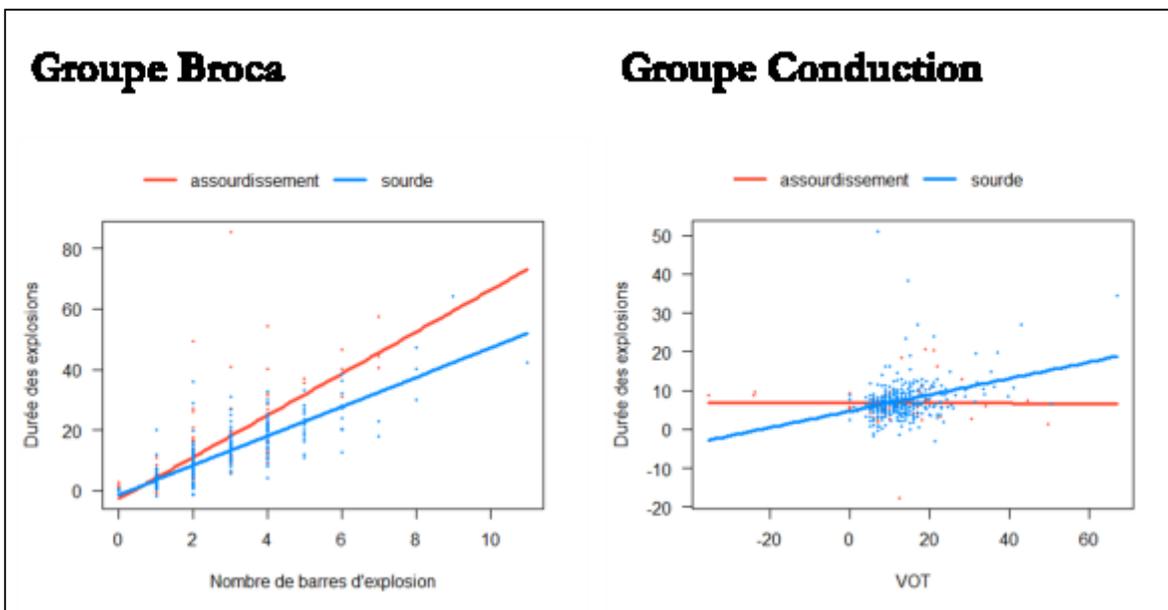


FIGURE 190 Effet de l'interaction entre le nombre de barres d'explosion et de la sonorité cible sur la durée des explosions pour le groupe Broca (à gauche) et effet de l'interaction entre le VOT et la sonorité cible (l'erreur) sur la durée des explosions pour le groupe conduction (à droite)

Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée du bruit fricatif

Les analyses préliminaires montrent qu'il y a 46 occurrences qui présentent une durée du bruit fricatif est supérieure à 0. Le Tableau 98 montre la distribution des occurrences en fonction de la pathologie et de l'erreur.

TABLEAU

Contexte	Assourdissements	Sourdes
Initial		
<i>Broca</i>	18	18
<i>Conduction</i>	5	5
Total	23	23

TABLEAU 98 Distribution des cas en fonction du groupe en contexte initial

Etant donné que le nombre d'occurrences dans le groupe conduction est trop limité, nous avons limité nos analyses au groupe Broca.

Pour voir l'effet des variables indépendantes sur la durée du bruit fricatif nous avons construit un modèle avec cette variable en tant que variable réponse. Le VOT, le nombre de barres et la sonorité cible ont été introduites comme prédicteurs et les sujets et items comme effets aléatoires. Toutes les occlusives cible en position postvocalique produites par les aphasiques de Broca qui ont été perçues comme sourdes c.à.d. - les occlusives sourdes correctes et les assourdissements -, et où les valeurs de la durée du bruit fricatif sont supérieures ou égales à 0 participent à ces analyses.

Les résultats de ce modèle mettent en évidence d'un côté que l'interaction entre le VOT et al sonorité cible n'a pas d'effet sur la durée du bruit fricatif. Le VOT influence les valeurs de la variable dépendante indépendamment de la sonorité ($F(1,408.99)=8.11, p=.005$). Pour une augmentation d'une milliseconde, la durée du bruit fricatif diminue de 0.33 ms. En revanche, l'interaction entre le nombre de barres d'explosion et la sonorité cible est significative ($F(1,457.27)=9.54, p=.002$).

Les résultats du modèle final sont présentés dans le Tableau 99.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
VOT_ms	8.11	1	408.99	0.005
LN_expl	229.72	1	468.63	0.000
Lsonore	18-59	1	264.41	0.000
VOT_ms:Lsonore	0.35	1	488.20	NS
LN_expl:Lsonore	9.54	1	457.27	0.002

TABLEAU 99 Résumé des effets significatifs du modèle pour l'analyse du VOT et du nombre de barres d'explosion en fonction de la sonorité cible sur la durée du bruit fricatif

Les analyses *post hoc* mettent en évidence que pour chaque barre d'explosion de plus la durée du bruit fricatif diminue plus rapidement pour les assourdissements que pour les sourdes correctes (de 8.96 ms. vs 1.92 ms. pour les assourdissements et les sourdes respectivement, $p=.003$). Ce résultat est illustré dans la Figure 191.

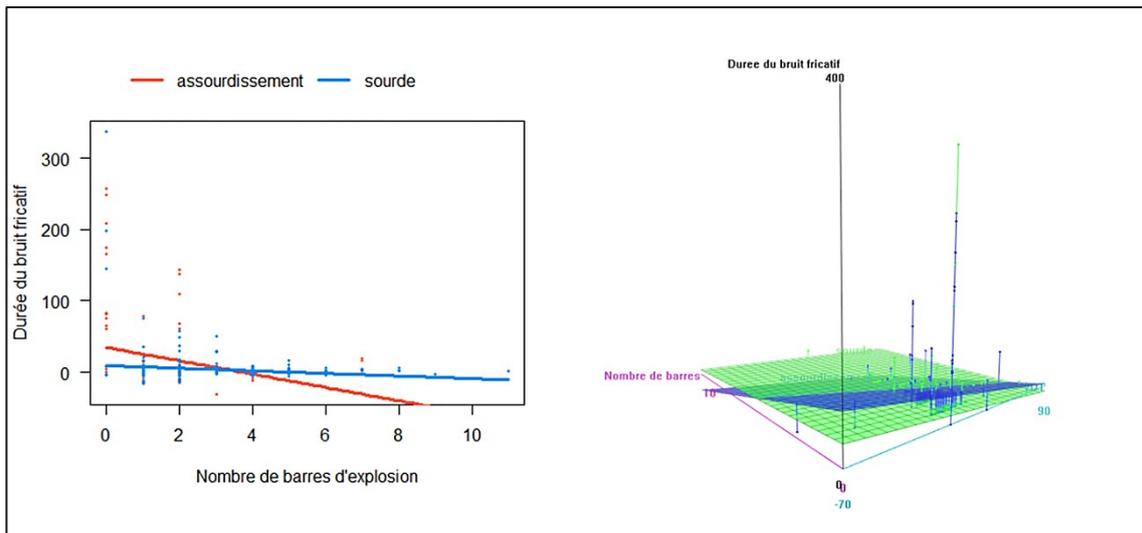


FIGURE 191 Effet des variables indépendantes de l'étude sur la durée du bruit fricatif pour les consonnes occlusives perçues comme sourdes en contexte initial pour le groupe Broca ; A droite, plans de régression superposés en fonction de l'erreur (assourdissements en bleue et occlusives sourdes correctes en vert): le VOT en abscisse, la durée du bruit fricatif en ordonnée et le nombre de barres d'explosions en cote.

Contexte postvocalique

Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée segmentale

Le modèle de régression linéaire à effets mixtes comporte la durée segmentale comme variable réponse, et le VOT, le nombre de barres d'explosion, la sonorité cible (l'erreur) et la pathologie comme effets fixes. Les sujets et les items sont introduits comme effets aléatoires.

Le modèle global ainsi construit nous informe que le nombre de barres fait varier les valeurs de la durée segmentale en fonction de la sonorité cible (interaction double significative : $F(1,326.43)=10.59$, $p=.001$). Cet effet est indépendant de la pathologie (interaction triple entre la pathologie, la sonorité cible et le nombre de barres n'est pas significative et a été éliminée du modèle final). Les résultats du modèle global sont résumés dans le Tableau 100.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
VOT_ms	43.18	1	310.06	0.038
LN_expl	63.02	1	354.52	0.012
Lsonore	281.0	1	127.33	0.000
LN_expl:Lsonore	10.59	1	326.43	0.001

TABLEAU 100 Résumé des effets significatif su modèle pour l'analyse des effets du VOT et du nombre de barres d'explosion en fonction de la sonorité cible sur les la durée segmentale pour les occlusives en contexte postvocalique

Les analyses *post hoc* de l'interaction entre le nombre de barres d'explosion et la sonorité cible sur les valeurs de la durée segmentale révèlent un pattern inverse pour les assourdissements par rapport aux sourdes correctes. En ce qui concerne les assourdissements, chaque barre d'explosion entraîne une diminution des valeurs de la durée segmentale de 19.51 ms. tandis que pour les occlusives sourdes correctes, elle entraîne une augmentation des valeurs de la durée segmentale de 1.95 ms. Ce contraste est significatif ($p=.001$) et indépendant de la pathologie.

D'autre part, les valeurs de la durée segmentale varient significativement en fonction du VOT mais indépendamment de la sonorité cible et de la pathologie ($F(1,310.66)=4.31$, $p=.038$). Globalement, pour chaque milliseconde de plus du VOT, la durée segmentale augmente de 0.51 ms.

Les résultats significatifs de ces analyses sont illustrés dans la Figure 192.

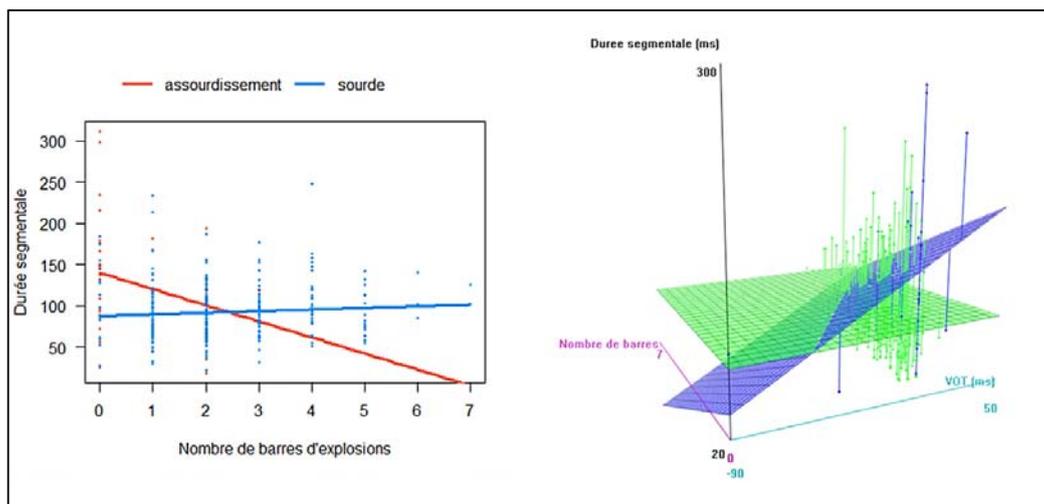


FIGURE 192 Effet des variables indépendantes de l'étude sur la durée segmentale pour les consonnes occlusives perçues comme sourdes en contexte postvocalique, tous les groupes confondus ; ; A droite, plans de régression superposés en fonction de l'erreur (assourdissements en bleu et occlusives sourdes correctes en vert, tous les groupes confondus) à trois dimensions : le VOT en abscisse, la durée segmentale en ordonnée, le nombre de barres d'explosion en cote ; A gauche, effet de l'interaction entre le nombre de barres d'explosion et la sonorité cible (l'erreur) sur la durée segmentale

Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée des explosions

Nous avons construit un modèle de régression linéaire à effets mixtes qui comporte la durée des explosions comme variable réponse, et le VOT, le nombre de barres d'explosion, la sonorité cible (l'erreur) et la pathologie comme effets fixes. Les sujets et les items sont introduits comme effets aléatoires.

Le résultat montre tout d'abord que la pathologie n'a pas d'effet significatif sur la variable dépendante en tant qu'effet simple ou en interaction. Ce facteur a été éliminé du modèle final. On constate par ailleurs que aussi bien le VOT ($F(1,331.16)=7.58, p=.006$) que le nombre de barres d'explosion ($F(1,362.07)=8.14, p=.005$) ont un effet significatif en interaction avec la sonorité cible. Les résultats du modèle final sont présentés dans le Tableau 101.

TABLEAU

Variable	F	NUM d.f.	DEN d.f.	p value
VOT_ms	6.36	1	333.80	0.012
LN_expl	260.88	1	359.76	0.000
Lsonore	1.52	1	217.36	NS
VOT_ms:Lsonore	7.58	1	331.16	0.006
LN_expl:Lsonore	8.14	1	362.07	0.005

FIGURE 193 Résumé des effets significatifs du modèle pour l'effet du VOT et du nombre de barres d'explosion en fonction de la sonorité cible sur la durée des explosions, pour les occlusives en contexte postvocalique.

En ce qui concerne l'effet de l'interaction entre le VOT et la sonorité cible, l'analyse des contrastes moyennant la fonction *lstrends* met en lumière un pattern inverse pour les assourdissements et les occlusives sourdes correctes. Dans la catégorie des assourdissements, pour chaque milliseconde de VOT, la durée des explosions diminue de 0.004 ms. tandis que dans la catégorie des occlusives sourdes, la durée des explosions augmente de 0.10 ms avec le VOT. La différence entre les deux pentes est significative ($p=.007$).

Quant au nombre de barres d'explosion, on observe que, pour chaque barre d'explosion, la durée des explosions augmente significativement davantage dans la catégorie des assourdissements que dans celle des occlusives sourdes (de 5.49 ms. pour les assourdissements et de 3.85 ms. pour les sourdes, $p=.005$).

Ce résultat est illustré dans la Figure 193.

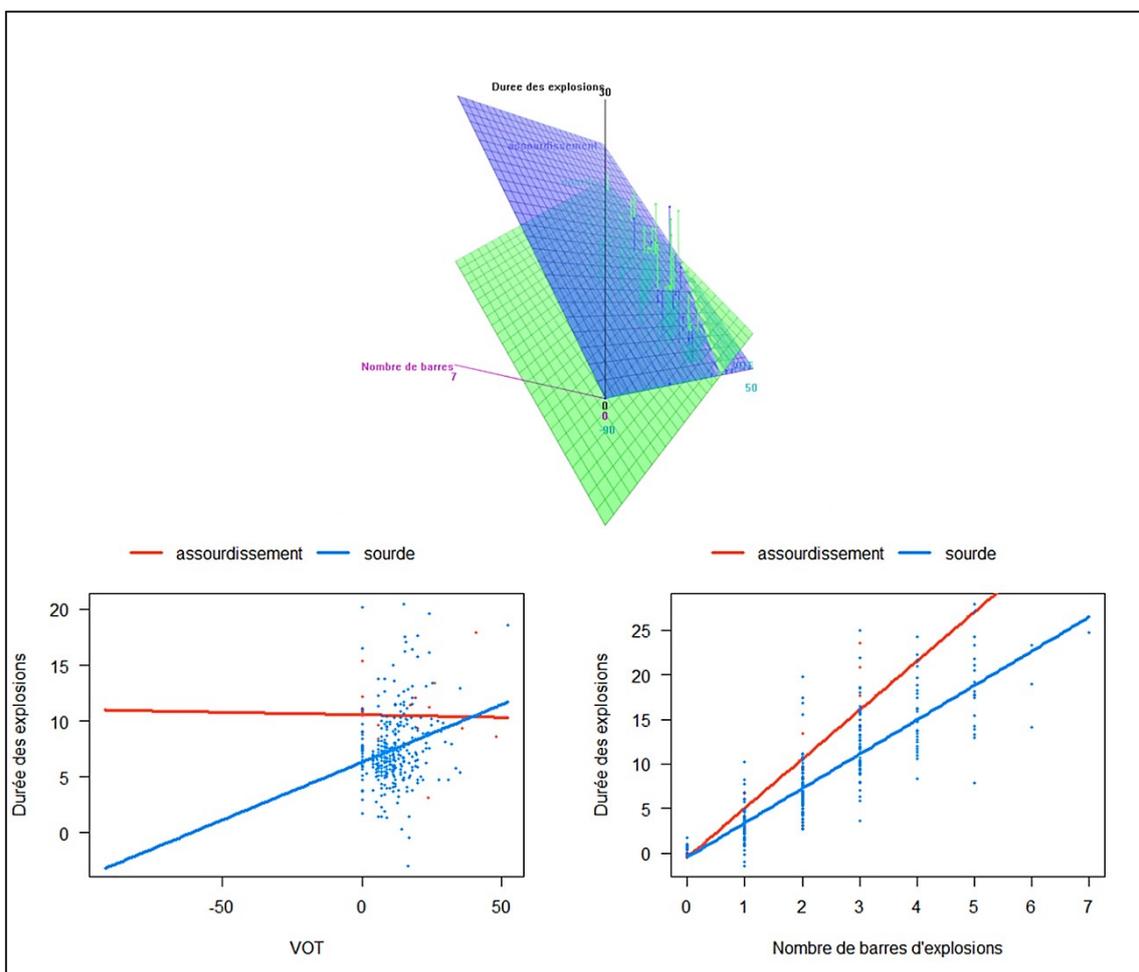


FIGURE 194 Effet des variables indépendantes de l'étude sur la durée des explosions. En haut, plans de régression pour les assourdissements (en bleu) et les occlusives sourdes correctes (en vert) à trois dimensions : le VOT en abscisse, la durée des explosions en ordonnée et le nombre de barres d'explosion en cote. A gauche, les effets significatifs de l'interaction entre la sonorité cible et le VOT (à gauche) et entre la sonorité cible et le nombre de barres d'explosion (à droite).

Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur la durée du bruit fricatif

Rappelons le nombre de cas où la durée du bruit fricatif est supérieure à 0 : au total nous disposons de 18 occurrences dans la catégorie des assourdissements et de 19 occurrences dans celle des occlusives sourdes correctes. La distribution des occurrences en fonction de la pathologie est présentée dans le Tableau 101.

TABLEAU

Contexte	Assourdissements	Sourdes
Postvocalique		
<i>Broca</i>	8	11
<i>Conduction</i>	10	8
Total	18	19

TABLEAU 101 Distribution des cas en fonction du groupe en contexte postvocalique

Nous avons inclus dans un modèle de régression linéaire à effets mixtes la durée du bruit fricatif en tant que variable réponse, et, comme prédicteurs, les variables suivantes : le VOT, le nombre de barres d'explosion, la sonorité cible et la pathologie (Broca et conduction). Pour rendre compte de la variabilité inter-sujets et inter-items, nous avons inclus ces variables en tant qu'effets aléatoires.

Le résultat du modèle final montre en premier lieu que la pathologie n'a pas d'effet significatif sur la durée de bruit fricatif. En second lieu, on constate que la durée de la friction ne varie pas en fonction du VOT. On observe pourtant un effet significatif de l'interaction entre le nombre de barres et la sonorité cible ($F(1,366.83)=52.40$, $p=.000$) qui indique que la durée du bruit fricatif varie significativement en fonction du nombre de barres et de s'il y a une erreur associée à un changement de sonorité. Les résultats du modèle final sont présentés dans le Tableau 102.

TABLEAU

Variable	<i>F</i>	NUM d.f.	DEN d.f.	<i>p</i> value
VOT_ms	0.33	1	366.62	NS
LN_expl	65.36	1	366.94	0.000
Lsonore	124.34	1	364.62	0.000
LN_expl:Lsonore	52.40	1	366.83	0.000

TABLEAU 102 Résumé des effets significatifs su modèle de l'effet du VOT et du nombre de barres d'explosion sur la durée du bruit fricatif des occlusives perçues sourdes en fonction de la sonorité cible, en contexte postvocalique

Les analyses à posteriori mettent en évidence que, pour chaque barre d'explosion, la durée du bruit fricatif diminue dans les deux catégories de sons mais qu'elle diminue plus abruptement pour les

assourdissements (de 40.59 ms. contre 3.67 ms. pour les occlusives sourdes, $p=.000$). Ce résultat est illustré dans la Figure 195.

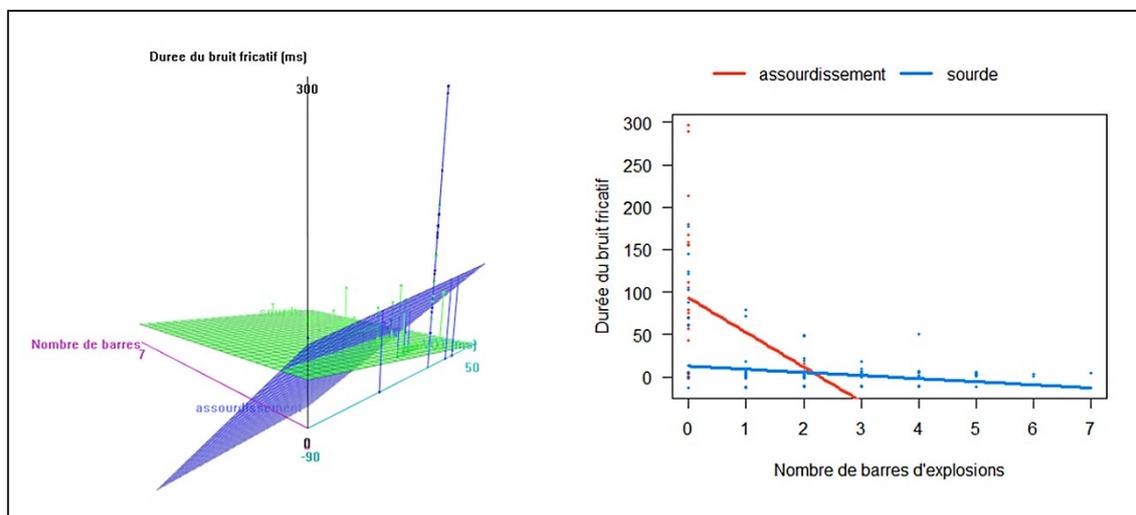


FIGURE 195 Effet des variables indépendantes de l'étude sur la durée du bruit fricatif en position postvocalique, tous les groupes confondus. À gauche, plans de régression superposés pour les assourdissements (en bleu) et les occlusives sourdes (en vert) à trois dimensions : le VOT en abscisse, la durée du bruit fricatif en ordonnée, le nombre de barres d'explosion en cote. À droite, effet significatif de l'interaction entre le nombre de barres d'explosion et la sonorité cible sur la durée du bruit fricatif.

Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur le VTT

Nous disposons d'un échantillon de 27 cas où les valeurs du VTT sont supérieures à 0 (cf. le Tableau 103). Le nombre de cas est trop limité pour permettre d'examiner l'effet de la pathologie. Nous avons donc collapsé tous les cas et effectué les analyses en fonction de la sonorité cible, le VOT et le nombre de barres d'explosion comme prédicteurs, et les sujets et items comme effets aléatoires.

TABLEAU

Contexte	Assourdissements	Sourdes
<i>Broca</i>	2	11
<i>Conduction</i>	9	5
Total	11	16

TABLEAU 103 Distribution des cas en fonction du groupe

Le résultat du modèle montre un effet principal de la sonorité cible sur les valeurs du VTT ($F(1,110.24)=23.58$, $p=.000$), tous les autres effets n'étant pas significatifs. L'examen du contraste moyennant *lsmeans* permet de voir que les assourdies présentent des valeurs du VTT largement supérieures à celles des occlusives sourdes ($M=15.36$ ms., $SD=2.52$ ms. vs $M=2.29$ ms., $SD=1.29$ ms., $p=.000$).

Effet du VOT et d'autres variables indépendantes de l'étude sur le FTT

Nous disposons d'un échantillon de 50 cas où les valeurs du paramètre du FTT sont supérieures à 0. La distribution des cas en fonction de la pathologie est présentée dans le Tableau 104. Etant donné le nombre limité de cas dans le groupe conduction, nous limiterons notre examen au groupe Broca.

TABLEAU

Contexte	Assourdissements	Sourdes
<i>Broca</i>	10	25
<i>Conduction</i>	3	12
Total	13	37

TABLEAU 104 Distribution des cas en fonction du groupe

Dans le modèle, nous avons inclus le FTT comme variable dépendante et le VOT, le nombre de barres d'explosion et la sonorité cible comme prédicteurs. Les sujets et items sont introduits comme effets aléatoires.

Les résultats du modèle ainsi construit montrent qu'aucun effet n'est significatif même si l'effet principal du FTT est proche du seuil de signification ($F(1,101.7)=2.88, p=.092$).

Récapitulation des résultats

L'objectif de analyses rapportées ci-avant a été de déterminer quelles relations entretiennent les paramètres du VOT et le nombre de barres d'explosion avec les paramètres secondaires – la durée des explosions, la durée du bruit fricatif, la durée segmentale, le VTT et le FTT – en fonction de l'existence ou non d'une erreur d'assourdissement. Pour ce faire, nous avons examiné les occlusives cible perçues comme sourdes produites par les groupes aphasiques de Broca et conduction, dans les contextes initial et postvocalique. Cet échantillon contenait aussi bien des occlusives sourdes correctes comme des assourdissements, ces derniers pouvant entraîner ou pas de manière concomitante un changement associé au mode d'articulation.

Récapitulons les principaux résultats de ces analyses.

A. En ce qui concerne le contexte initial :

- L'examen de l'effet du VOT et du nombre de barres d'explosion sur la durée des explosions permet d'observer un patron inverse pour les groupes Broca et conduction.

- Dans le groupe Broca, l'effet du VOT en fonction de la sonorité cible n'est pas significatif, indiquant que ces patients ne compensent pas pour la difficulté particulière associée à l'implémentation du VOT. En revanche, ces patients marquent le contraste entre les sourdes et les sonores au moyen du paramètre du nombre de barres d'explosion, l'indice principal du trait [-continu]. En particulier, pour chaque barre d'explosion, la durée des explosions – c.à.d. la somme des barres d'explosion et de l'intervalle entre les explosions - augmente significativement, et ce davantage pour les assourdissements que pour les occlusives sourdes.
- En revanche, dans le groupe conduction, la durée des explosions augmente avec chaque barre d'explosion indépendamment de la sonorité cible (i.e. de l'erreur). Par contre, le VOT affecte la durée des explosions en fonction de la sonorité cible significativement de la manière suivante : l'augmentation des valeurs de VOT (plus positives ou moins négatives) entraîne une augmentation de la durée des explosions pour les occlusives sourdes et une très légère diminution de la durée des explosions dans les assourdissements.
- L'examen des effets du VOT et du nombre de barres d'explosion sur la durée du bruit fricatif a été effectué uniquement pour le groupe Broca en raison du nombre de cas trop limité dans le groupe conduction. Cet examen permet de constater que pour chaque barre d'explosion la durée du bruit fricatif diminue plus rapidement pour les assourdissements que pour les occlusives sourdes correctes.

B. En ce qui concerne le contexte postvocalique :

- L'examen des effets du VOT et du nombre de barres d'explosion sur la durée segmentale met en lumière un effet de l'interaction entre le nombre de barres et la sonorité cible qui est indépendant de la pathologie. En revanche, l'effet du VOT semble « mécanique », c.à.d. indépendant de la sonorité cible, et en outre, indépendant de la pathologie.
- Nous constatons que pour les assourdissements, la durée segmentale diminue avec chaque barre d'explosion de plus tandis qu'elle augmente pour les occlusives sourdes. Cet effet est indépendant de la pathologie.
- L'examen des effets du VOT et du nombre de barres d'explosion sur la durée des explosions montre que les interactions entre le VOT et la sonorité cible, d'une part, et entre le nombre de barres d'explosion et la sonorité cible, de l'autre, sont significatifs indépendamment de la pathologie.
- L'examen de ces effets montre que l'augmentation des valeurs de VOT (plus positives ou moins négatives) entraîne une diminution de la durée des explosions dans la catégorie des assourdissements et une augmentation de la durée des explosions dans la catégorie des occlusives sourdes correctes. Par ailleurs, pour chaque barre d'explosion, la durée des explosions augmente dans les deux catégories de sons, mais elle augmente

significativement davantage dans la catégorie des assourdissements que dans celle des occlusives sourdes correctes.

- L'examen des effets du VOT et du nombre de barres d'explosion sur la durée du bruit fricatif révèle un effet significatif de l'interaction entre le nombre de barres d'explosion et la sonorité cible. Cet effet est indépendant de la pathologie. L'effet du VOT en fonction de la sonorité cible n'est pas significatif.
- Les analyses des contrastes montrent que la durée du bruit fricatif diminue aussi bien pour les sourdes que pour les assourdissements, mais qu'elle diminue beaucoup plus abruptement pour ces derniers.
- Finalement, nous avons examiné les effets du VOT et du nombre de barres d'explosion sur les paramètres du FTT (seulement pour le groupe Broca) et VTT (tous les groupes confondus). Cet examen révèle que ces paramètres sont influencés par l'existence ou non d'une erreur de sonorité, mais on n'observe aucun effet significatif des paramètres du nombre de barres d'explosion ni du VOT, ni en interaction avec la sonorité ni en dehors de cette interaction.

Globalement, ce résultat suggère que des phénomènes de compensation existent dans les deux groupes de sujets (Broca et conduction) : les deux groupes marquent les différences entre les assourdissements et les occlusives sourdes correctes. Il existe néanmoins des différences dans la manière dont la compensation est mise en place en fonction du groupe. En effet, les résultats indiquent que le groupe Broca s'appuie sur le trait [\pm continu] pour marquer cette différence tandis que le groupe conduction joue plutôt sur le trait [\pm sonore].

PARTIE IV

CONCLUSIONS

RECAPITULATION DES RESULTATS ET DISCUSSION

La présente étude a pris comme point de départ l'hypothèse classique concernant la dichotomie entre les déficits phonologiques - traditionnellement attribués aux aphasies fluentes, dont l'aphasie de conduction – et phonétiques, attribués aux aphasies non-fluents, y compris l'aphasie de Broca. Cette hypothèse correspond à la prémisse selon laquelle la phonétique et la phonologie constituent deux composantes séparées et relativement autonomes, prémisse qui est implémentée dans les modèles modulaires sériels transformationnels comme, par exemple, celui de Levelt. Selon cette hypothèse le comportement phonique des sujets aphasiques fluents, sans déficit de bas niveau, sera globalement semblable à celui des sujets sains au niveau phonétique, i.e. aucune différence ne sera observée entre les productions résultant de la bonne sélection d'un phonème et celles provenant de la substitution d'un autre phonème par celui-ci, tandis que le traitement de la matière phonique par les sujets aphasiques de Broca mettra en évidence, à côté de difficultés articulatoires, des indices d'une bonne sélection phonémique qui se manifesteront par une différenciation systématique – au plan acoustique – des erreurs et des productions correctes, même si elles sont perçues toutes les deux de la même manière.

Dans le cadre que nous venons d'évoquer, la présente étude s'est intéressée aux différences de distribution des erreurs dans les deux groupes examinés, et très particulièrement, aux erreurs perçues comme substitutions consonantiques associées à un changement de voisement et de mode d'articulation. Ce type d'erreurs est observable dans les deux tableaux symptomatologiques – l'aphasie de Broca et l'aphasie de conduction - mais nous avons avancé l'hypothèse, sur la base d'études existantes, que les mécanismes sous-jacents

responsables de ces erreurs seront différents en fonction du type d'aphasie et du déficit – phonétique ou phonologique – associé. Ainsi, dans l'aphasie de Broca, il s'agirait d'erreurs subphonémiques, c.à.d. de distorsions phonétiques, qui surviendraient postérieurement à la sélection phonémique opérée au niveau phonologique, tandis que dans l'aphasie de conduction, il serait question de substitutions catégorielles, qui surviendraient au niveau phonologique, avant l'encodage phonétique. Ainsi, notre premier objectif dans le présent travail était de tester l'hypothèse se rapportant à la distribution différentielle des erreurs associées à la modification de la forme sonore des mots en fonction du groupe clinique, en particulier des erreurs de substitution consonantique.

Sur un plan global, la problématique que nous avons abordée nous a amenée à nous intéresser aux relations entre la phonétique et la phonologie, et à examiner, d'une part, les détails des architectures des plans phonologique et phonétique, i.e. des différents processus et représentations qui participent à l'encodage de la parole à ces deux niveaux-là et, de l'autre, à nous demander lequel de ces mécanismes était déficitaire en fonction du tableau clinique. Il existe trois types d'approches qui orientent la recherche dans ce domaine : celles qui postulent la séparation des composantes phonétique et phonologique, celles qui se soucient d'intégrer et de formaliser le détail phonétique dans les représentations phonologiques, et finalement, celles qui postulent une intégration des deux composantes et refusent le postulat de l'autonomie ou de l'indépendance de l'une par rapport à l'autre. Les recherches qui s'inscrivent dans ces cadres théoriques différents sont, à l'heure actuelle, globalement d'accord sur la symptomatologie associée à l'aphasie de Broca et de conduction mais divergent quant à l'attribution des symptômes observés aux mécanismes causatifs qui interviennent en fonction du tableau clinique. Si la recherche récente en linguistique et en psycholinguistique semble aller dans la direction d'une plus grande intégration, voire de l'indissociabilité, des deux disciplines et qu'elle suggère, par voie de conséquence, des difficultés méthodologiques, parfois conçues comme insurmontables, pour attribuer les symptômes linguistiques à des mécanismes phonétiques ou phonologiques précis (comme le signale l'étude récente de Pouplier, Marin, & Wautl, 2014), la question sur les facteurs causatifs du trouble observé, posée depuis la perspective clinique, i.e. celle de l'orthophoniste en quête d'outils diagnostiques, reste non seulement légitime et pertinente, mais d'une importance majeure pour l'exercice de sa fonction de thérapeute des troubles du langage.

Par conséquent, notre étude s'est proposé d'aborder cette question depuis une double perspective théorique et clinique. L'intérêt de la présente étude pour les retombées cliniques des analyses empiriques se manifeste surtout par la décision d'adopter une vision inclusive du handicap et des stratégies compensatoires, dans la lignée des recherches initiées par Jean-Luc Nespoulous. Cette perspective consiste à considérer les symptômes observés

non seulement comme une preuve directe de l'existence d'un déficit sous-jacent mais également comme une manifestation de la flexibilité cognitive et de stratégies palliatives convoquées par le patient pour pallier sa difficulté linguistique et communicative. A notre connaissance, les études sur les phénomènes de compensation sur le plan phonique chez les sujets aphasiques sont peu nombreuses et rapportent des résultats contradictoires. Notre deuxième objectif consistait donc à mettre en lumière d'éventuelles stratégies palliatives développées par les aphasiques de Broca, atteints d'un trouble phonétique, pour faire face à leur difficulté d'implémenter certains traits phonologiques, et de comparer ces tentatives – conscientes ou inconscientes - avec le comportement phonique des aphasiques de conduction et des sujets contrôle.

En résumant, l'objectif de la présente étude était triple : d'une part, nous nous sommes proposé de tester l'hypothèse sur l'organisation différentielle des erreurs aphasiques affectant la forme sonore du mot sur l'axe allant du pôle phonologique vers le pôle phonétique, en fonction du tableau clinique, d'autre part, nous avons visé à identifier des indices acoustiques susceptibles d'être indicatifs d'une bonne sélection phonémique chez les aphasiques de Broca et non chez les aphasiques de conduction, et finalement, nous nous sommes attaché à examiner les stratégies compensatoires sur le plan phonique potentiellement employées par les patients pour marquer le contraste phonologique.

Ci-après nous allons récapituler les principaux résultats qui ressortent de notre investigation. Ils sont organisés en fonction des variables dépendantes.

Récapitulation des résultats

1. Probabilité d'apparition d'erreurs (toutes erreurs confondues)

Globalement, nous avons observé davantage d'erreurs (toutes les erreurs confondues) dans le groupe Broca que dans le groupe conduction. La probabilité globale d'erreur s'est avérée sensible à la fréquence lexicale, à la fréquence syllabique, au contexte phonique et au mode d'articulation de la consonne cible, et ce de manière non différentielle pour les groupes aphasiques de Broca et de conduction.

Dans les deux groupes de sujets, la probabilité globale d'erreur diminue pour les mots et les syllabes non fréquents. Nos résultats confirment qu'il y a un effet de la fréquence lexicale sur la production indépendamment de l'existence de troubles au niveau lexical. En ce qui concerne l'effet de la fréquence syllabique, l'existence de cet effet dans les deux groupes aphasiques va à l'encontre de notre hypothèse initiale sur le siège du déficit sous-jacent chez les aphasiques de conduction. Si l'accès au syllabaire se trouve, comme le signalent

certaines chercheurs (cf. la partie théorique), à l'interface entre la composante phonologique et phonétique, alors l'existence de l'effet de la fréquence syllabique sur la probabilité d'observer une erreur chez les patients aphasiques de conduction indique un problème phonétique concomitant, qui se situerait à un niveau postérieur à celui de la sélection phonémique.

Contrairement aux effets de la fréquence syllabique, le taux d'erreurs s'est avéré sensible à la tâche et à la sonorité du phonème cible de manière différentielle selon la pathologie. Les aphasiques de Broca ne sont pas sensibles à la tâche et ils font autant d'erreurs en lecture qu'en répétition, tandis que les aphasiques de conduction font davantage d'erreurs en répétition qu'en lecture. Ce résultat est conforme à notre hypothèse, qui s'inscrit dans la lignée des recherches antérieures, et qui prédit des difficultés dans la tâche de répétition, qui font partie du tableau symptomatologique de l'aphasie de conduction, potentiellement liées à l'existence d'un trouble mnésique. En ce qui concerne les patients aphasiques de Broca, les résultats corroborent ceux d'études antérieures qui rapportent pour ce groupe l'apparition d'erreurs indépendamment de la tâche.

Par ailleurs, la probabilité globale d'erreur diminue en contexte intervocalique et augmente pour les contextes initial post-pausal et postvocalique pré-consonantique (qui correspond, dans notre corpus, à la position de coda syllabique). La probabilité d'erreur augmente également pour les fricatives par rapport aux occlusives et affriquées, et ce indépendamment de la pathologie. Ensemble, ces résultats suggèrent que certaines difficultés sont communes aux deux pathologies.

2. Probabilité d'apparition d'erreurs de substitution consonantique

Rappelons que nous avons classé comme erreurs de « substitution consonantique » toutes les productions qui ont été perçues par l'interlocuteur comme des réalisations d'un phonème différent du phonème cible, quel que soit le mécanisme sous-jacent qui les a générées (sélection d'un phonème erroné, distorsion phonétique extrême du phonème cible, etc.). L'examen perceptif de ce type d'erreurs a révélé que la probabilité d'apparition de l'erreur de substitution est supérieure chez les aphasiques de Broca que dans le groupe conduction. Les deux groupes sont sensibles à l'effet de la fréquence lexicale - on observe moins de substitutions segmentales pour les mots fréquents que pour les mots moins fréquents. Le contexte phonique affecte les erreurs de manière indépendante de la pathologie : dans les deux groupes, la position initiale entraîne davantage d'erreurs de ce type que les autres positions.

En outre, nos résultats ont montré une distribution des substitutions consonantiques qui diffère en fonction du tableau clinique et des variables suivantes : la sonorité du phonème cible, le mode d'articulation du phonème cible et la fréquence syllabique. Ainsi, nous avons observé que, bien que les phonèmes cible sonores (i.e., en espagnol, les consonnes occlusives sonores) soient globalement plus susceptibles de déclencher une erreur que les consonnes sourdes (occlusives, fricatives et affriquées sourdes), la probabilité d'observer une substitution associée à un changement de catégorie de sonorité est sensiblement supérieure chez les aphasiques de Broca que chez les sujets de conduction. Par ailleurs, les phonèmes fricatifs ont plus tendance à entraîner une erreur de substitution que les autres catégories phonémiques étudiées (les occlusives et les affriquées) dans le groupe Broca, tandis que dans le groupe conduction la probabilité d'erreur de ce type est la même pour toutes les catégories phonémiques. Ce résultat va dans le sens de notre hypothèse initiale pour les deux groupes cliniques et corrobore l'existence de tendances préférentielles (ici, à l'assourdissement et à l'occlusivisation) motivées par la difficulté articulatoire pour la prononciation des certains sons dans le groupe Broca, et une distribution de substitutions plus uniforme entre les catégories phonémiques dans le groupe conduction.

Nous constatons ensuite que la fréquence syllabique a un effet différentiel en fonction du groupe clinique. Notre hypothèse, basée sur la recherche actuelle portant sur le déterminisme sous-jacent de l'apraxie verbale, prédisait que l'implémentation phonétique chez les sujets aphasiques de Broca procéderait segment par segment, ces sujets ayant perdu l'accès au syllabaire. Si les sujets de Broca avaient préservé l'accès au lexique syllabique, on observerait moins d'erreur dans les syllabes fréquentes, dont les programmes moteurs seraient récupérés et non pas calculés lors de l'encodage. Or nous n'avons pas observé d'effet de fréquence syllabique sur les erreurs de substitution chez ces patients, ce qui peut être indicatif d'une perturbation de l'accès aux représentations syllabiques et aller dans le sens de notre hypothèse initiale.

Par contre, dans le groupe aphasique de conduction, l'analyse de la probabilité des erreurs de substitution a révélé un effet de fréquence syllabique qui va dans le sens d'une augmentation des erreurs pour les phonèmes qui se trouvent dans des syllabes peu fréquentes. Ce résultat suggère tout d'abord qu'il existe chez ces patients une difficulté affectant un des mécanismes qui opèrent au niveau phonétique, postérieur à la sélection phonémique. Il est indicatif, en outre, d'un accès préservé au syllabaire, étant donné que la probabilité d'erreur diminue significativement pour les phonèmes cible se trouvant dans des syllabes fréquentes, dont l'implémentation phonétique est considérée holistique et globalement plus stable. Nos résultats suggèrent que les mécanismes pathogènes des substitutions consonantiques dans le groupe conduction se situeraient au niveau

phonétique postérieur à la sélection phonémique et à l'accès aux programmes syllabiques, et qu'ils pourraient affecter les opérations d'assemblage allophonique avant l'articulation.

Nous avons ensuite analysé l'incidence des variables dépendantes, y compris la pathologie, sur la probabilité d'observer des cas particuliers d'erreurs de substitution consonantique : ceux des erreurs associées à un changement de catégorie de sonorité et de mode d'articulation.

En ce qui concerne la première catégorie (i.e. les assourdissements), l'analyse perceptive a mis en évidence que le nombre d'assourdissements est supérieur chez les aphasiques de Broca que chez les aphasiques de conduction. Nous avons observé en outre un effet du contexte phonique différentiel en fonction de la pathologie : la position initiale entraîne davantage d'erreurs de ce type dans le groupe Broca, tandis que dans le groupe conduction, le contexte postvocalique pré-consonantique semble le plus vulnérable. Rappelons que ce contexte correspond, dans notre corpus, à la coda de syllabes fermées de type CVC, contexte dans lequel le contraste phonologique est considéré plus faible. Ces différences permettent de penser à des mécanismes sous-jacents différentiels des erreurs d'assourdissement dans les deux groupes cliniques.

Finalement, en ce qui concerne la deuxième catégorie, le résultat global fait état de l'existence des deux tendances qui vont dans le sens opposé : des erreurs de fricativisation et des erreurs d'occlusivisation. Nous constatons que les occlusivisations sont globalement plus nombreuses que les fricativisations. Des analyses détaillées révèlent que les phonèmes cible fricatifs entraînent davantage d'erreurs associées à un changement de mode d'articulation que les autres catégories phonémiques dans le groupe Broca, mais pas dans le groupe de conduction, dans lequel toutes les différences entre les catégories consonantiques sont non significatives. Ce résultat suggère, de manière générale, que les aphasiques de Broca ont tendance à produire une prononciation plus tendue qui implique le renforcement des fricatives cible. En ce qui concerne le groupe conduction, il confirme, d'accord avec notre hypothèse initiale, l'absence de tendances préférentielles dans les substitutions et indique que les erreurs dans ce groupe ne sont pas motivées par la complexité articulatoire de la cible et/ou qu'elles ne sont pas dues à un excès de tension. En plus, nous observons un effet de la fréquence syllabique dans le groupe aphasique de conduction mais pas chez les aphasiques de Broca, comme c'était également le cas pour les erreurs de substitutions consonantiques globales.

Des analyses séparées pour les erreurs de fricativisation et d'occlusivisation montrent des effets différentiels du contexte phonique en fonction de la pathologie. Dans le cas des premières, les aphasiques de conduction produisent davantage d'erreurs de ce type en

contexte post-consonantique, contrairement au groupe Broca. Quant aux erreurs d'occlusivisation, le résultat semble confirmer l'existence d'une tendance à l'occlusivisation dans le groupe Broca et l'absence de cette tendance dans le groupe conduction. En plus, les contextes initial et post-consonantique (i.e. les attaques syllabiques non intervocaliques) semblent favoriser l'apparition d'occlusivisations.

3. Probabilité d'apparition d'erreurs d'omission

L'examen de la probabilité d'apparition d'une omission montre tout d'abord qu'elle est plus élevée dans la parole des aphasiques de Broca que dans celle des aphasiques de conduction. Par ailleurs, indépendamment de la pathologie, nous constatons que les syllabes à structure complexe (i.e. autre que CV) et la position non accentuée contribuent à augmenter ce type d'erreurs. Ce résultat est conforme à notre hypothèse initiale.

4. Probabilité d'apparition d'erreurs d'addition

L'épreuve n'a pas élicité suffisamment d'erreurs de ce type. Par conséquent, nous n'avons pas pu conclure à l'existence d'effets différentiels en fonction des différentes variables considérées.

5. Probabilité d'apparition d'erreurs de déplacements

Les erreurs de déplacements semblent être plus fréquentes chez les aphasiques de conduction par rapport aux aphasiques de Broca, conformément à la littérature existante. Nous devons préciser, pourtant, que ces résultats ne montrent qu'une tendance ($p=.076$) et qu'ils n'atteignent pas le seuil de signification que nous nous sommes fixé.

6. Probabilité d'apparition d'erreurs d'appui articulaire

L'examen de la probabilité d'apparition d'une erreur d'appui articulaire a mis en évidence un effet de la fréquence syllabique et du mode d'articulation du phonème cible ainsi qu'une interaction entre la pathologie et la tâche.

Nous avons observé que chez les sujets de Broca ces erreurs apparaissent davantage dans la tâche de lecture, tandis que chez les aphasiques de conduction, elles sont plus fréquentes en répétition. Les consonnes fricatives sont plus susceptibles de présenter ce type de réalisation phonétique, probablement liée à un excès de tension. Cet effet est indépendant du groupe. En ce qui concerne l'effet de la fréquence syllabique, les syllabes les moins

fréquentes semblent plus vulnérables que les plus fréquentes (fréquence 2 et 3, mais pas 4). Ce dernier résultat peut être en rapport avec la distribution des consonnes en syllabes fréquentes et peu fréquentes dans notre corpus. En effet, les consonnes fricatives appartiennent généralement aux syllabes à fréquence 1-3 (cf. chapitre 5).

7. Paramétrisation acoustique

Des analyses acoustiques ont été entreprises dans le but de mettre en lumière d'éventuelles différences dans les caractéristiques physiques des productions correctes et des erreurs (substitutions consonantiques) en fonction du tableau clinique et de dégager des stratégies compensatoires au plan phonique. Ces analyses ont été guidées par une méthodologie expérimentale qui se proposait de comparer les productions correctes aux erreurs à l'intérieur de la structuration phonético-phonologique du patient, afin de déterminer la distribution bi- ou unimodale des valeurs de ces paramètres en fonction de l'existence ou non d'une erreur, et d'en tirer des conclusions sur un éventuel déficit soit au niveau de la programmation motrice, soit au niveau de la sélection phonémique.

La première conclusion qui ressort des analyses instrumentales consiste à mettre en évidence le caractère multiparamétrique de l'implémentation des traits phonologiques de sonorité et de mode d'articulation aussi bien chez les sujets contrôle que chez les sujets aphasiques. S'il existe des études acoustiques portant sur les erreurs de patients aphasiques ou observables dans le contexte d'autres pathologies qui affectent la composante phonético-phonologique, à notre connaissance l'analyse des productions correctes de patients aphasiques n'a jamais été entreprise. Nous avons considéré, cependant, qu'elle pouvait compléter l'information dont on dispose à l'égard des mécanismes qui opèrent au niveau de l'encodage phonético-phonologique dans l'aphasie. En effet, nos analyses ont révélé des différences significatives entre les caractéristiques acoustiques des productions correctes des patients aphasiques de Broca, d'un côté, et des groupes contrôle et conduction de l'autre. Parmi les résultats les plus significatifs, nous constatons que les durées du VOT pour les occlusives sonores correctes en position initiale chez le groupe Broca sont significativement plus courtes que dans les deux autres groupes de sujets examinés, un résultat qui par ailleurs s'oppose à la tendance observée dans d'autres contextes phoniques, où les valeurs du VOT du groupe Broca sont significativement plus longues que celles des groupes contrôle et conduction.

Les résultats des analyses acoustiques des erreurs de substitution, quant à eux, montrent globalement un traitement différentiel des erreurs dans les deux groupes de sujets.

Tout d'abord, en ce qui concerne les assourdissements, ils montrent globalement un traitement différentiel des paramètres acoustiques, y compris le VOT, en fonction de l'existence ou non d'une erreur. En même temps, ce traitement différentiel entre presque toujours en interaction avec d'autres variables indépendantes, telles que l'accent, la tâche ou encore le point d'articulation de la consonne cible. En ce qui concerne le VOT, paramètre principal contribuant à la perception de la sonorité en espagnol, la distribution des valeurs de ce paramètre est significativement différente pour les assourdissements et les sourdes correctes, indépendamment de la pathologie, et cette différence va dans le sens d'une réduction des valeurs du VOT pour les assourdissements par rapport aux productions correctes. Cet effet est pourtant limité aux consonnes articulées dans la zone des alvéoles (opposition /t-d/), et, dans le groupe Broca, il se limite aux syllabes non-accentuées, tandis que dans le groupe conduction l'effet de l'accent n'est pas significatif.

L'examen acoustique des erreurs d'assourdissements permet de voir que globalement, et indépendamment de la pathologie, les productions assourdies sont moins tendues que les sourdes correctes : elles présentent en moyenne un nombre de barres inférieur et des durées de bruit fricatif supérieures que les occlusives sourdes correctes. Ces effets dépendent cependant d'autres facteurs, tels que la tâche ou le contexte phonique, souvent en interaction avec le tableau clinique.

En ce qui concerne les erreurs de fricativisation (les occlusives perçues comme fricatives), l'examen du paramètre principal pour l'opposition de mode d'articulation montre que les erreurs (les fricativisations) présentent un pourcentage de bruit fricatif inférieur à celui des consonnes fricatives correctes, ce qui pourrait être interprété comme une trace acoustique d'une sélection adéquate du phonème cible occlusif. Ce résultat est indépendant de la pathologie.

Quant aux analyses des erreurs d'occlusivisation, nos analyses mettent en évidence que globalement les deux groupes de patients différencient les occlusives correctes et les occlusivisations au moyen d'un certain nombre de paramètres : les occlusivisations présentent, d'un côté, des valeurs de durée de bruit fricatif supérieures à celles des occlusives correctes, mais, de l'autre, elles se caractérisent par un nombre de barres d'explosion et par des valeurs de durée des explosions supérieures à ceux des productions correctes.

En conclusion, le principal résultat qui ressort de ces analyses indique que les aphasiques, aussi bien de Broca que de conduction, semblent différencier sur le plan phonique les erreurs et les productions correctes, ce qui, à la lumière de notre hypothèse initiale, doit être interprété comme indicatif d'une sélection phonémique différenciée. Ces résultats sont

conformes à nos prédictions pour le groupe Broca, mais infirment nos hypothèses pour le groupe conduction.

La dernière partie de la présente étude a été consacrée aux études des relations entre les paramètres acoustiques en fonction de la sonorité cible et de l'existence ou non d'une erreur associée au voisement. Nous nous sommes posé la question de savoir si les sujets aphasiques qui présentent un déficit phonétique – groupe Broca et conduction - ont préservé leur capacité de compensation articulatoire qui met en jeu le paramètre du VOT et les paramètres secondaires. L'objectif des analyses multiparamétriques consistait à mettre en lumière l'existence d'éventuelles stratégies de compensation pour le VOT, dont les valeurs s'avéraient insuffisantes pour permettre la perception de la sonorité, et de déterminer si ces stratégies étaient différentes en fonction de la pathologie.

Nos résultats confirment, d'un côté, l'existence d'une difficulté de gestion du VOT chez les aphasiques de Broca rapportée dans de nombreuses études pour nombre de langues, mais ajoutent à l'ensemble des évidences que, non seulement le VOT est perturbé, mais que le sont également les interactions entre ce paramètre et les paramètres secondaires (nombre de barres, la durée des barres, la durée segmentale, etc). Ce résultat suggère que, pour certains aphasiques de Broca au moins, les mécanismes responsables de l'implémentation de ce paramètre constituent la source même du problème.

Bien que les interactions entre le VOT et les paramètres secondaires soient « annulées », il est possible de dégager du signal acoustique une différenciation systématique – dans les limites de cette étude – entre les assourdissements et les occlusives correctes au moyen d'un autre paramètre : le nombre de barres d'explosion. Pour les erreurs, i.e. les consonnes assourdies, les barres d'explosions entraînent des durée des explosions plus longues que pour les occlusives sourdes correctes.

Dans la partie qui suit, nous proposons une discussion sur les implications théoriques et cliniques des principaux résultats qui ressortent de notre étude. Nous nous attacherons à les analyser en lien avec l'existence d'un déficit phonétique chez les sujets aphasiques fluents (de conduction) qui s'avère moins subtil que ce que l'on pourrait croire initialement, avec l'existence de différences dans la manifestation de ce déficit chez les deux groupes cliniques, et enfin, avec la mise en place de stratégies compensatoires différentielles chez les deux groupes aphasiques.

Déficit phonétique dans l'aphasie de Broca et de conduction : « Same same but different »

- Is this a real rolex?
- Yes Sir, *same same but different*³⁶.

Exemple illustrant une technique de vente en Thaïlande et dans d'autres pays asiatiques. Terme également employé pour décrire l'existence de différences subtiles.

Un des résultats les plus importants qui ressortent de nos analyses fait état de l'existence d'un déficit phonétique chez les aphasiques fluents (ici, le groupe de conduction) concomitant au déficit phonologique, ce qui va à l'encontre de notre hypothèse initiale et se rapproche de résultats de certaines études préalables (Blumstein et al., 1980b; Vijayan & Gandour, 1995). Ce déficit est observé sur la base des analyses perceptives et instrumentales des erreurs perçues comme substitutions catégorielles impliquant un changement de voisement ou de mode d'articulation du phonème cible. Par ailleurs, nos analyses corroborent l'hypothèse relative à la présence d'un déficit phonétique chez les sujets aphasiques de Broca, en accord avec la littérature existante et avec notre hypothèse. La question qui se pose alors est de savoir s'il s'agit d'un même déficit dans les deux groupes ou bien si, dans le cas de l'aphasie de conduction, il s'agit d'un déficit qui résulte d'une perturbation autre que phonétique mais qui a des conséquences phonétiques. Ci-après nous allons brièvement synthétiser la contribution de nos résultats à la description symptomatologique des troubles aphasiques relatifs à la composante phonétophonologique dans les deux types d'aphasies et proposer des pistes interprétatives concernant le déterminisme sous-jacent.

En ce qui concerne le groupe Broca, les analyses perceptives de la probabilité d'apparition des erreurs en fonction des variables indépendantes et les analyses instrumentales convergent pour indiquer l'origine du déficit au niveau phonétique. En effet, l'existence de tendances préférentielles (à l'assourdissement et à l'occlusivisation), la simplification de la structure syllabique (davantage d'erreurs de substitution et d'omission dans les syllabes complexes) et les difficultés d'initiation de la parole, entre autres, suggèrent conjointement une difficulté phonétique, associée à la complexité articulatoire. En même temps, ils mettent en lumière qu'il existe une tendance à un excès de tension articulatoire qui se manifeste entre autres par l'occlusivisation des fricatives cible et par l'assourdissement des

³⁶ *Same same but different* [déf. 1] Dans Urban Dictionary Online, consulté en octobre 2015 : <http://www.urbandictionary.com/define.php?term=same%20same%20but%20different>

occlusives sonores, ce qui donne l'impression, sur le plan perceptif, d'une parole laborieuse et d'un effort articulatoire.

Cette conclusion est encore renforcée par le résultat provenant des analyses instrumentales. Elles révèlent que les réalisations des consonnes occlusives sonores qui ont été perçues comme sourdes ne sont pas prévisées, mais qu'elles présentent un VOT positif qui correspond – en espagnol – aux consonnes occlusives sourdes. En même temps, les valeurs du VOT des erreurs sont significativement plus courtes que celles des occlusives sourdes correctes, ce qui nous amène à conclure qu'il existe, chez ces patients, un traitement phonique différentiel des erreurs et des productions correctes, et, donc, une bonne sélection phonémique et un déficit au niveau de l'implémentation de la représentation phonologique.

Ce résultat n'est pas inattendu pour ce groupe clinique. L'existence de difficultés associées à l'implémentation du VOT, comme celles révélées par nos analyses, a été régulièrement rapportée comme une des caractéristiques principales d'un déficit aphasique moteur, observable dans l'aphasie de Broca (apraxie de la parole). Ces difficultés ont été traditionnellement attribuées à un déficit au niveau de la synchronisation entre les articulateurs appartenant aux systèmes glottique et supra-glottique, sous des contraintes temporelles exigeantes, qui se manifeste dans la parole de ces sujets par la présence de nombreux assourdissements consonantiques. En outre, la difficulté associée au VOT va de pair avec une difficulté concomitante d'initier la parole, que nous avons déjà évoquée. En somme, nos résultats relatifs au taux d'erreurs d'assourdissement, en particulier en position initiale post-pausale et aux anomalies du VOT pour les consonnes occlusives sonores cible chez les sujets aphasiques de Broca, constituent des évidences provenant de sujets hispanophones à l'ensemble de connaissances sur la symptomatologie de l'aphasie motrice.

Bien que les chercheurs soient généralement d'accord pour ce qui concerne les signes cliniques de l'aphasie motrice, les hypothèses sur les mécanismes responsables de ce déficit varient en fonction du cadre théorique adopté et se centrent sur différents éléments constitutifs de l'architecture du domaine phonétique. Parmi les hypothèses avancées récemment, il y a la théorie présentée par Varley et Whiteside (2001) selon laquelle les patients apraxiques auraient perdu l'accès au lexique mental au niveau phonétique, lexique qui contient les formes fréquentes (syllabes, mots ou autres), ce qui les oblige à assembler les plans articulatoires pour chaque segment séparément et augmente ainsi la probabilité d'erreur³⁷.

37 Ces auteures, et également d'autres chercheurs (Lecours & Lhermitte, 1969 par exemple), voient dans ce comportement phonique une possible manifestation de mécanismes compensatoires : «much of the

Nous avons testé cette hypothèse en assumant, après Levelt et Wheeldon (1994), que la taille des unités stockées dans ce lexique est celle de la syllabe. Nos analyses de la probabilité de l'apparition des erreurs de substitution consonantiques (tous types de substitutions confondus) montrent que dans le groupe aphasique de Broca, les erreurs de substitution affectent autant les syllabes fréquentes que les non-fréquentes³⁸, ce qui pourrait indiquer, effectivement, une perturbation au niveau de l'accès au syllabaire et la génération des plans moteurs pour l'articulation au vol, segment par segment, ce qui est cognitivement plus coûteux.

Notre étude apporte par ailleurs une contribution nouvelle à la description symptomatologique de l'aphasie de Broca qui concerne un aspect très peu étudié en parole aphasique – la compensation au plan phonique. Au long de ce travail nous avons utilisé le terme compensation pour nous référer à l'existence des tentatives orientées vers l'établissement du contraste phonologique (de sonorité, par exemple) qui se manifestent dans le signal sous forme d'une configuration particulière des indices acoustiques. Dans ce domaine, notre résultat pour le groupe Broca suggère que la perturbation du VOT s'étend sur ses interactions avec les paramètres acoustiques secondaires – redondants - du voisement. Dans le cadre théorique qui est notre référence, ces paramètres – p. ex. la durée segmentale, le nombre de barres d'explosion, la durée des explosions et la durée du bruit fricatif – sont générés par l'intermédiaire de règles phonologiques de redondance au cours de l'encodage phonétique. En somme, considérés ensemble, nos résultats indiquent que le déficit phonétique chez les patients aphasiques de Broca affecte de manière prédominante la programmation des événements articulatoires qui impliquent deux sous-systèmes différents.

Récapitulons les évidences que nous avons recueillies auprès des patients aphasiques de Broca hispanophones examinés dans cette étude :

- Les valeurs du VOT pour les occlusives sonores cible sont positives mais systématiquement différentes (plus courtes) que celles des occlusives sourdes cible, avec lesquelles elles étaient perceptivement confondues ;

observable behaviour in AOS may represent a strategic compensation to an underlying impairment. This compensation entails the on-line assembly of speech from sub-lexical components. Indirect speech encoding is a complex computational task, particularly in the presence of damage to left-hemisphere motor control systems. The compensatory strategy therefore results in errors, such as spatial mis-targeting and temporal disruption of gestures, reflecting the large degrees of freedom of the speech-production system when controlled in an on-line way.”(Varley & Whiteside, 2001, p. 43)

³⁸ Par ailleurs, elles affectent davantage les mots non fréquents que les mots fréquents.

- Le traitement différentiel entre les erreurs et les productions correctes mis en lumière pour un certain nombre de paramètres, y compris le VOT, le nombre de barres d'explosion et la durée des explosions;
- Pas de vulnérabilité liée à la fréquence syllabique
- La perturbation des interactions entre le VOT endommagé et les paramètres redondants ;
- L'utilisation de la tension articuloire pour marquer systématiquement la différence entre les erreurs et les productions correctes ;
- La difficulté pour initier la parole.

Ces résultats pris ensemble suggèrent l'existence d'un déficit phonétique qui affecte, à des degrés divers, plusieurs composantes du plan phonétique, y compris :

- L'accès au syllabaire contenant des programmes moteurs pour les syllabes fréquentes ;
- La programmation des mouvements des articulateurs, surtout ceux qui exigent un contrôle moteur particulièrement fin, comme le VOT ;
- Certains aspects de la compensation articuloire.

Par ailleurs, les résultats laissent penser à l'existence de stratégies palliatives qui impliquent la tension articuloire et/ou le trait [-continu]. Nous reviendrons sur cette hypothèse dans le point 2 de ces conclusions.

En ce qui concerne l'aphasie de conduction, notre hypothèse initiale prévoit qu'ils présenteraient un déficit phonologique, associé aux mécanismes de sélection phonémique et d'ordonnement des phonèmes dans la trame métrique, et pas de difficulté au plan phonétique. Certains de nos résultats confirment l'existence d'un problème à ce niveau-là, par exemple les résultats portant sur les erreurs de déplacement, qui montrent une tendance à augmenter dans le groupe aphasique de conduction par rapport au groupe Broca ($p=.076$). Le premier indice contre notre hypothèse et indicatif de l'existence d'un déficit phonétique chez les aphasiques de conduction ressort de l'examen de l'effet de la fréquence syllabique sur la probabilité d'observer une erreur de substitution consonantique (tous type de substitutions confondus). Nous observons que chez ces patients, les chances d'observer une erreur de ce type augmentent dans les syllabes les moins fréquentes (p. ex. [θan], [ðal], [sak], [sol]...). Cet effet observé globalement dans les erreurs de substitution consonantiques, réapparaît dans l'examen détaillé de la probabilité des erreurs d'assourdissement et des erreurs associées à un changement de mode d'articulation (occlusivisations et fricativisations confondues). Cette sensibilité des erreurs chez les aphasiques de conduction à une variable attribuée à l'encodage au niveau phonétique – ou, plus exactement à l'interface entre la composante phonologique et phonétique – est indicative de l'existence d'un trouble phonétique. En effet, si on prend comme référence

une architecture sérielle, et si, comme nous l'avions prévu, les substitutions chez les aphasiques de conduction survenaient au moment de la sélection phonémique (niveau phonologique), une fois cette sélection faite, l'encodage devrait se poursuivre sans altérations et indépendamment de la fréquence de la syllabe dans laquelle apparaît le phonème sélectionné. Or nous constatons que ce n'est pas le cas.

La deuxième évidence de l'existence d'un trouble phonétique chez les aphasiques de conduction provient des analyses instrumentales. L'examen acoustique des assourdissements recueillis auprès des patients aphasiques de conduction participant à cette étude révèlent que, bien que les valeurs du VOT pour les occlusives sonores cible présentent globalement des valeurs positives, ces valeurs sont significativement plus courtes que celles des occlusives sourdes cible, même si elles sont perçues comme également sourdes. Ce résultat met en évidence un traitement phonique différencié des erreurs de substitution consonantique chez les aphasiques de conduction – comme dans le groupe Broca - et suggère un accès intact à la représentation phonologique en ce qui concerne ce type d'erreurs et un trouble au niveau phonétique, subséquent à la sélection phonémique.

L'hypothèse sur les correspondances entre la dichotomie déficit phonétique *v.s.* déficit phonologique et les tableaux cliniques aphasie de Broca *v.s.* aphasie de conduction, et qui était aussi la nôtre, est une hypothèse classique. Certains travaux instrumentaux plus récents, néanmoins, ont déjà signalé l'existence de subtiles anomalies phonétiques – décrites sous le nom de *subtle phonetic deficit* – affectant la distribution des valeurs du VOT, globalement plus réduite par rapport à celle des productions correctes, et la superposition des valeurs appartenant à deux catégories phonémiques (p.ex. occlusives sonores et sourdes). Comme le nom du phénomène l'indique, le déficit est subtil dans le sens qu'il n'est pas enregistré par la perception de l'interlocuteur dans la plupart des cas. Ainsi, malgré l'existence d'anomalies dans la réalisation phonétique, ces productions sont généralement perçues comme correctes ou comme des réalisations perceptivement impeccables d'un phonème mal sélectionné.

Nos résultats portant sur le VOT ne sont pas les seules à indiquer des difficultés phonétiques chez les aphasiques fluents. En effet, l'examen d'autres indices acoustiques révèle une différenciation systématique entre les erreurs (les consonnes assourdies, fricativisées ou occlusivisées) et les productions correctes, ce qui, en fonction de notre hypothèse initiale, est indicatif d'une bonne sélection phonémique. De surcroît, les caractéristiques acoustiques des erreurs vont globalement dans le sens du phonème qui aurait dû être produit. Ces résultats suggèrent conjointement que, en ce qui concerne les erreurs de substitution chez les aphasiques de conduction, le mécanisme responsable de

leur apparition se situe plutôt au niveau postérieur à la sélection phonémique, contrairement à ce que nous avons soutenu.

En dépit du fait, que nos résultats convergent pour indiquer le niveau phonétique comme le domaine des difficultés chez les deux groupes de sujets, ils mettent en lumière certaines différences entre les deux groupes cliniques qui permettent de se poser la question s'il s'agit du même type de déficit.

La première différence se rapporte au VOT et concerne les relations entre ce paramètre et les indices acoustiques secondaires que semblent perturbées chez les aphasiques de Broca mais parfaitement préservées chez les aphasiques de conduction. Il semble que chez les aphasiques de Broca, l'échec à programmer le VOT entraîne une « annulation » des processus subséquents qui attribuent les valeurs des paramètres secondaires qui varient en fonction du VOT. En revanche, ces mécanismes semblent intacts chez les aphasiques de conduction chez qui, une fois l'encodage phonétique déclenché, la computation se poursuit indépendamment de si la représentation - ici, la catégorie du voisement - est bien ou mal sélectionnée. En plus, le fait que dans les cas des erreurs d'assourdissement, les valeurs des paramètres secondaires, en corrélation avec le VOT, manifestent une tendance à se rapprocher de la cible et à compenser pour les valeurs du VOT incorrectes, laisse penser que les aphasiques de conduction retiennent l'information concernant la cible phonologique pendant l'encodage phonétique.

La deuxième différence, à notre avis, est en rapport avec la tension articulatoire et les mécanismes de contrôle. Nous constatons que la parole des aphasiques de Broca est globalement plus tendue que celle des sujets de conduction. Cela se manifeste, chez les premiers, par une tendance à occlusiver les consonnes fricatives, à assourdir les occlusives sonores et à utiliser le paramètre du nombre de barres d'explosion pour marquer la différence entre les consonnes assourdies et les sourdes cible. Dans ce cas là les consonnes assourdies sont plus tendues que les sourdes correctes (« overshoot »). Les données dont nous disposons ne sont pas suffisantes pour qu'on puisse en tirer des conclusions définitives sur la source de cet excès de tension mais elles permettent d'avancer différentes hypothèses : s'agit-il de mécanismes palliatifs, i.e. de stratégies employées pour véhiculer le contraste phonologique ? Ou bien, d'une manifestation de l'activité des mécanismes de contrôle, et en particulier, du contrôle interne qui ne repose pas sur la perception mais plutôt sur des mécanismes de contrôle interne à différentes étapes précédant l'articulation (angl. production-based prearticulatory monitoring cf. Nickels & Howard, 1995; Oomen et al., 2005), qui pourrait être responsable - ou être un des mécanismes responsables - des différences observées dans la parole de ces patients ? En effet, comme le signalent d'autres auteurs (Nespoulous et al., 2013), les caractéristiques de la parole pathologique qu'on peut

dégager du signal sonore sont le résultat de l'interaction entre différents mécanismes et composantes, y compris les processus du contrôle et les stratégies palliatives.

Finalement, il n'est pas à exclure que les anomalies phonétiques observées dans la parole des aphasiques de Broca soient principalement en rapport avec la gestion déficitaire des aspects temporels. Nous ne disposons pas d'indices qui iraient dans le sens de cette interprétation chez les aphasiques de conduction. En effet, l'allongement de la durée des explosions ou les valeurs du paramètre de FTT peuvent être interprétés comme indicatifs d'une difficulté à arrêter un événement phonique et pourraient, par conséquent, être considérés comme faisant partie du déficit plutôt que comme une manifestation des stratégies palliatives. En même temps, ces difficultés sont observées également dans les productions perçues comme correctes. Des études ultérieures devraient creuser davantage cet aspect de la parole dans l'aphasie de Broca.

Stratégies compensatoires au plan phonique

Notre deuxième objectif dans ce travail consistait à identifier des stratégies compensatoires sur le plan phonique dans la parole aphasique. Nous avons émis une hypothèse générale concernant le comportement compensatoire chez les aphasiques, Nous avons émis une hypothèse générale concernant le comportement compensatoire chez les aphasiques, que nous avons dû nuancer par après l'analyse des résultats sur le déficit phonétique qui affecte également les aphasiques de conduction (cf. partie III). Il nous semble donc impératif de rappeler ce que nous avons défini comme comportement phonique compensatoire, les hypothèses particulières que nous avons énoncées en relation avec ce phénomène suite aux analyses préliminaires, ainsi que le contexte global de notre investigation.

Dans cette étude nous nous sommes intéressée à la compensation qui opère dans le domaine articulatoire. Bien qu'il existe de nombreuses études sur la compensation articulatoire en parole normale, il s'agit là d'un sujet très peu étudié en parole aphasique, où il reste encore de multiples aspects peu abordés, et qui ne dispose pas, à l'heure actuelle, d'un appareil définitoire solide. En effet, les aspects adaptatifs, et en particulier la compensation articulatoire, ne sont pas inclus dans les modèles psycholinguistiques de la production verbale existants et, par conséquent, ces modèles n'ont pas généré d'hypothèses relatives à son éventuelle perturbation en aphasie. Ceci est pourtant en train de changer. En effet, on observe que de plus en plus de travaux de recherche s'intéressent à la flexibilité cognitive et au comportement adaptatif en pathologie - par exemple certains travaux sur l'agrammatisme que nous avons cités dans notre étude. Ainsi, l'inclusion des acquis provenant de ces investigations semble être juste une question de temps. Par ailleurs, l'OMS offre à ces recherches un cadre général grâce à sa redéfinition du concept de

handicap, qui propose d'examiner un déficit (aphasique ou autre) depuis la perspective de la restriction de participation qu'il entraîne, et qui prend en compte divers facteurs contextuels et individuels, et invite ainsi à la réflexion sur les comportements adaptatifs .

La problématique sur la compensation au plan phonique doit, à terme, être interprétée à la lumière de modèles d'architectures fonctionnelles du langage. Certains éléments qui s'y rapportent sont liés au débat mentionné dans la première partie de ce travail, sur les éléments constitutifs qui participent à l'encodage phonétique, et par conséquent, à leur affectation dans l'aphasie.

Par ailleurs, il n'existe pas actuellement de consensus sur ce qu'englobe la notion même de compensation et les différentes études qui s'intéressent à cette problématique mettent l'accent sur des aspects partiellement différents de phénomènes adaptatifs, sans nécessairement mentionner le terme de compensation. Sussman, Marquardt, Hutchinson, & MacNeilage (1986), par exemple, étudient la compensation articulatoire en présence d'une perturbation externe chez les aphasiques de Broca et concluent que la compensation est perturbée chez ces patients, ce qui résulterait d'après ces auteurs du fait que les mécanismes compensatoires au plan phonétique seraient gérés par l'aire de Broca. D'autres auteurs sont amenés à analyser des phénomènes adaptatifs dans le cadre de travaux qui portent sur la structure interne du plan phonétique. Ainsi, par exemple, Aichert et Ziegler (2008), s'intéressent à un autre aspect lié au comportement adaptatif, celui de la capacité de transférer des apprentissages relevant du plan phonique et concluent que cette capacité serait préservée chez les sujets apraxiques. Varley et Whiteside (1998), quant à eux, proposent que l'usage que font les patients apraxiques de la route indirecte –i.e. de l'assemblage en ligne des programmes moteurs pour la réalisation des phonèmes - constitue en soi une stratégie adaptative mise en place pour faire face à la difficulté d'accès au lexique mental où seraient stockés ces programmes pour les unités linguistiques fréquentes.

L'objectif de cette brève récapitulation des usages de la notion de compensation et de notions apparentées dans la littérature aphasologique est de montrer que nous sommes en présence d'une approche fragmentée et d'études orientées par des hypothèses explicatives différentes, ce qui ne permet pas, à l'heure actuelle, de disposer d'un plan définitoire opérationnel de cette notion.

Rappelons à présent quels aspects de la compensation articulatoire nous ont intéressés dans la présente étude. Notre analyse porte sur la compensation au plan phonique qui opère à une étape postérieure à la sélection phonémique. En particulier, nous voulions examiner la capacité des sujets atteints d'un déficit moteur à compenser leur difficulté articulatoire,

responsable de nombreuses erreurs de substitution associées à un changement de la catégorie de voisement ou de mode d'articulation (assourdissements, occlusivisations et fricativisations de consonnes). Étant donné les résultats obtenus qui se rapportent, d'un côté, à la probabilité des erreurs de ce type, et de l'autre, à l'examen de l'hypothèse sur le déficit de la sélection phonémique, nous avons finalement inclus, contrairement à notre objectif initial, à la fois les sujets aphasiques de Broca et de conduction, puisque les deux manifestent des difficultés phonétiques et une sélection phonémique – en ce qui concerne les erreurs de substitution – globalement préservée.

Chez ces patients, nous avons prédit que la compensation se manifesterait sur le plan phonique par la présence d'indices acoustiques qui différencieraient systématiquement les productions perçues comme équivalentes par l'interlocuteur en fonction de la sonorité cible, et que les valeurs acoustiques de certains paramètres excèderaient les rangs des valeurs prévues pour les productions correctes.

Cela exige un commentaire. En effet, nous avons prévu que les aphasiques de Broca présenteraient une difficulté à programmer les gestes articulatoires appartenant à deux systèmes phoniques - glottique et supraglottique -, mesurés par le VOT. Notre hypothèse était alors que ces patients compenseraient le VOT en utilisant des indices secondaires tels que le nombre de barres d'explosion ou la durée segmentale, entre autres. Ce comportement indiquerait ainsi une « intention » d'adaptation à une contrainte. Ainsi, nous avons examiné d'un côté les interactions entre le VOT et les paramètres secondaires en fonction de la sonorité cible (présence ou non d'assourdissement). De l'autre côté, étant donné qu'il s'agit d'occlusives cible, et étant données les interactions qui existent en espagnol entre le voisement et le mode d'articulation, nous avons examiné les interactions entre le nombre de barre d'explosion et les paramètres secondaires.

Pour le groupe conduction, nous n'avons pas prévu de déficit au niveau phonétique mais un problème de sélection au niveau phonologique. Chez ces patients, nous avons émis l'hypothèse que l'implémentation phonétique se déroulerait de la même manière en cas d'erreur que dans le cas d'un phonème bien sélectionné, sans qu'il existe des différences entre les productions d'occlusives perçues sourdes en fonction de la sonorité cible. Par exemple, un phonème occlusif sourd, correct ou pas, présenterait un VOT positif et, en plus, les interactions entre le VOT et les paramètres secondaires, seraient les mêmes en cas d'assourdissement que pour un phonème occlusif sourd correct. Or les analyses acoustiques ont révélé un traitement acoustique différentiel entre les erreurs et les productions correctes sur un certain nombre de paramètres, y compris le VOT. Nous avons donc poursuivi nos analyses sur les phénomènes compensatoires au plan phonique orientée par une hypothèse opérationnelle selon laquelle, ces patients aphasiques de

conduction présentent un déficit phonétique, responsables des erreurs de substitution consonantique associées au voisement (mais cf. point 1 de ces conclusions pour une discussion sur le déterminisme de ces erreurs chez les aphasiques de conduction). Les analyses effectuées étaient les mêmes que pour le groupe Broca (i.e. portaient sur les interactions entre le VOT et le nombre de barres d'explosion d'un côté et les paramètres secondaires de l'autre).

Une dernière remarque qui s'impose avant de passer aux résultats : sur quoi porte exactement la compensation ? Observerons-nous une tendance à implémenter le contenu de la représentation phonologique (le trait [+sonore], par exemple) ou le contraste phonologique sans que cela porte nécessairement sur la valeur de ce contraste (donc pas nécessairement [+sonore] *vs.* [-sonore] mais par exemple [+long] *vs.* [-long], etc.) ? Nous avons décidé de ne pas déterminer l'orientation de cette tendance, notre définition opérationnelle de la compensation ne présuppose pas, par conséquent, si elle opère sur le contraste ou sur le contenu de ce contraste.

Les résultats qui ressortent de nos analyses montrent un traitement différentiel en ce qui concerne la compensation en fonction du groupe clinique. Nous constatons que chez les sujets aphasiques de Broca, la perturbation du VOT bloque les interactions entre ce paramètre et les indices secondaires. Par contre, nous observons que ces patients utilisent le trait [-continu], qui entre en interaction avec un certain nombre de paramètres secondaires, dans certains contextes phoniques, pour marquer la différence entre les assourdissements et les productions correctes. Cette différence va dans le sens d'une plus grande tension dans les assourdissements par rapport aux occlusives sourdes correctes.

En revanche, l'interaction entre le VOT et les paramètres secondaires semble préservée chez les aphasiques de conduction. Dans ces interactions, les paramètres secondaires vont globalement dans le sens d'un relâchement de la tension articulaire dans le cas des assourdissements – comme il correspond pour des occlusives sonores cible -, donc dans le sens de la cible qui aurait été correctement sélectionnée. Par contre, globalement, nous n'observons pas d'interactions entre le nombre de barres d'explosion et les paramètres secondaires en fonction de la sonorité cible, ce qui est indicatif du fait que le trait [-continu] joue un rôle plus périphérique dans l'implémentation phonétique de la sonorité chez ces patients.

Notre étude concernant la compensation présente un certain nombre de limitations dues à son caractère largement exploratoire. Des études ultérieures devraient mieux cibler différents aspects de la compensation au plan phonique afin d'arriver à des résultats plus

concluants permettant d'inférer les mécanismes sous-jacents des mécanismes adaptatifs dans le domaine phonético-phonologique.

Questions pour des études ultérieures

Les analyses que nous avons rapportées dans les pages précédentes contribuent à l'ensemble des connaissances relatives à la composante phonético-phonologique en aphasie. Par ailleurs, elles sont susceptibles de trouver une application pour le travail orthophonique auprès de ces patients. En effet, elles peuvent aider à mieux appréhender les déficits qui affectent la forme sonore des mots, à identifier les facteurs facilitateurs ou difficultants pour les différents groupes cliniques et, partant, à mettre en place une progression dans la programmation des séances de réhabilitation, et, finalement, à déterminer les stratégies palliatives ou compensatoires efficaces d'un point de vue communicatif pour mieux les intégrer dans le processus de remédiation phonétique.

Cependant, elles soulèvent également des interrogations que devraient être abordées dans des études ultérieures. Nous souhaitons les synthétiser dans les derniers paragraphes de ce travail.

Comme nous l'avons signalé *supra*, de nouvelles études sont nécessaires pour mieux cerner la notion de compensation. Pour ce faire, il faudrait d'abord décrire de manière détaillée les aspects statiques et dynamiques qui interviennent lors de l'encodage phonétique et phonético-phonologique, et prendre en compte les aspects relevant des mécanismes de contrôle (angl. *monitoring*).

Une telle description devrait s'intéresser tout particulièrement à différencier de manière plus fine les aspects liés à la redondance de la parole et ceux qui relèvent de la compensation, et ce autant en parole normale qu'en parole pathologique.

Plus globalement, nos résultats suggèrent que cet objectif pourrait être atteint si on s'intéresse davantage à la structure interne du domaine phonétique – ce qui semble être la tendance actuelle - et aux interactions entre celle-ci et la composante phonologique. Dans ce sens, une étude croisée qui examine à la fois les aspects phonétiques et phonologiques pourrait apporter des connaissances qui permettraient de mieux *intégrer la phonétique dans la phonologie et la phonologie dans la phonétique*.

Par ailleurs, notre résultat sur l'existence d'un déficit phonétique moins subtil que ce que l'on aurait pu croire chez les aphasiques fluents contredit nombre d'études existantes.

D'autres recherches sont nécessaires pour élucider la nature sous-jacente de ce déficit, qui semble être différente de celle qui s'observe dans l'aphasie de Broca et bien dissociée.

Ces réflexions pourraient être menées à terme aussi bien dans le cadre des modèles modulaires – en complexifiant la structure hiérarchique – que dans celui des modèles connexionnistes, qui devraient préciser les interactions entre les constituants du plan phonético-phonologique.

Finalement, une étude spécifique sur la gestion de la tension articulaire, qui rende compte de l'excès de tension que nous avons observé chez les aphasiques de Broca et également des cas de réduction de la tension, pourrait apporter de nouvelles évidences sur les interactions entre cet aspect de la production verbale, le contraste linguistique (phonologique) et les difficultés liées au déficit verbal. Dans ce cadre, il serait utile de tester l'hypothèse du rôle que peut jouer le *monitoring* à la fois sur la gestion de la tension articulaire et sur les phénomènes de compensation.

Références bibliographiques

- Abbs, J. H., Gracco, V. L., & Cole, K. J. (1984). Control of multi-movement coordination: Sensory motor mechanisms in speech motor programming. *Journal of Motor Behavior*, 16, 195–231.
- Adler, D., & Murdoch, D. (2015). rgl: 3D Visualization Using OpenGL. Retrieved from <http://cran.r-project.org/package=rgl>
- Agnello, J. (1975). Voice Onset and Voice Termination features of stutterers. In L. M. Webster & L. C. Furst (Eds.), *Vocal tract dynamics and disfluency*. New York: Speech and Hearing Institute.
- Aguilar, L., Blecua, B., Machuca, M. J., & Marín, R. (1993). Phonetic reduction processes in spontaneous speech. In *Eurospeech 1993. Proceedings of the 3rd European conference on speech communication and technology* (pp. 433–436). Berlin, Germany.
- Aichert, I., & Ziegler, W. (2004a). Segmental and metrical encoding in aphasia: Two case reports. *Aphasiology*, 18(12), 1201 – 1211.
- Aichert, I., & Ziegler, W. (2004b). Syllable frequency and syllable structure in apraxia of speech. *Brain and Language*, 88, 148 – 159.
- Aichert, I., & Ziegler, W. (2008). Learning a syllable from its parts: Cross-syllabic generalisation effects in patients with apraxia of speech. *Aphasiology*, 22(11), 1216 – 1229.
- Alajouanine, T., Ombredane, A., & Durand, M. (1939). *Le Syndrome de désintégration phonétique dans l'aphasie*. Paris: Masson.
- Alameda, J., & Cuetos, F. (1995). Diccionario de frecuencias de las unidades lingüísticas del castellano. Oviedo: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo. Retrieved from http://inico.usal.es/usuarios/emid/nipejcy1/consulta_norma.asp?id=14
- Alarcos Llorach, E. (1965). *Fonología española* (4a [1950] ed.). Madrid: Gredos.
- Anderson, J., & Ewen, C. (1987). *Principles of Dependency Phonology*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Archambault, D., & Bergeron, M. (1990). Is devoicing a phonetic or phonemic problem? A case study of a patient with apraxia of speech. *Journal of Neurolinguistics*, 5(2/3), 265–284.
- Archangeli, D. (1988). Aspects of underspecification theory. *Phonology*, 5(2), 183–207.
- Archangeli, D., & Pulleyblank, D. (1986). *The Content and Structure of Phonological Representations*. University of Arizona, University of Ottawa.
- Archangeli, D., & Pulleyblank, D. (1994). *Grounded Phonology*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Ardila, A. (2006). *Las Afasias*. Miami, Florida: Department of Communication Sciences and Disorders.
- Ardila, A. (2010a). A proposed reinterpretation and reclassification of aphasic syndromes. *Aphasiology*, 24(3), 363–394.
- Ardila, A. (2010b). A review of conduction aphasia. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 10(6), 499–503.

- Asensi, L., Portolés, S., & Del Río, A. (1997). Barra de explosión, VOT y frecuencia de las oclusivas sordas del castellano. *Estudios de Fonética Experimental*, 9, 221–242.
- Auzou, P., Özsancağ, C., Morris, R. J., Jan, M., Eustache, F., & Hannequin, D. (2000). Voice onset time in aphasia, apraxia of speech and dysarthria: a review. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 14(2), 131 – 150.
- Baayen, R. H. (2007). Storage and computation in the mental lexicon. In G. Jarema & G. Libben (Eds.), *The Mental Lexicon: Core Perspectives* (pp. 81 – 104). Elsevier.
- Baese-Berk, M., & Goldrick, M. (2009). Mechanisms of interaction in speech production. *Language and Cognitive Processes*, 24, 527–554.
- Bakovic, E. J. (1995). Strong onsets and Spanish fortition. In *Proceedings of the Student Conference in Linguistics*.
- Baldo, J. V., & Dronkers, N. F. (2006). The role of inferior parietal and inferior frontal cortex in working memory. *Neuropsychology*, 20, 529–538.
- Baldo, J. V., Klosterman, E. C., & Dronkers, N. F. (2008). It's either a cook or a baker: patients with conduction aphasia get the gist but lose the trace. *Brain and Language*, 105, 134–140.
- Ball, M. J., Howard, S., Müller, N., & Granese, A. (2013). Data processing: Transcriptional and impressionistic methods. In *Research methods in clinical linguistics and phonetics: A practical guide* (pp. 177–194).
- Ball, M. J., & Müller, N. (2002). The Use of the terms phonetics and phonology in the description of disordered speech. *Advances in Speech-Language Pathology*, 4(2), 95–108.
- Ballard, K. J., Barlow, J., & Robin, D. A. (2001). The underlying nature of apraxia of speech: A critical evaluation of Varley and Whiteside's dual route speech encoding hypothesis. *Aphasiology*, 50–58. Retrieved from http://www.researchgate.net/publication/234168425_The_underlying_nature_of_apraxia_of_speech_A_critical_evaluation_of_Varley_and_Whiteside's_dual_route_speech_encoding_hypothesis/file/72e7e51dae19ac2fcd.pdf
- Ballard, K. J., Granier, J. P., & Robin, D. A. (2000). Understanding the nature of apraxia of speech: Theory, analysis, and treatment. *Aphasiology*, 14(10), 969–995.
- Baqué, L. (2004). Déficit phonétique ou phonologique et stratégies de réparation dans un cas d'aphasie. *Revue PArôle*, 31-32, 319–350.
- Baqué, L. (2013). Déficiences ou stratégies de compensation dans le traitement consonantique de patients aphasiques hispanophones. Mons, Belgique.
- Baqué, L., Estrada, M., Nespoulous, J.-L., Le Besnerais, M., Rosas, A., & Marczyk, A. (2006). *Protocole Initial du projet Cognifon*. Barcelona.
- Baqué, L., Estrada, M., Nespoulous, J.-L., Le Besnerais, M., Rosas, A., & Marczyk, A. (2008). Corpus léxico del proyecto COGNIFON. Barcelona: Document technique interne non publié.
- Baqué, L., Marczyk, A., Rosas, A., & Estrada, M. (2015). Disability, repair strategies and communicative effectiveness at the phonic level: evidence from a multiple-case study. In C.

- Astésano & M. Jucla (Eds.), *Neuropsycholinguistic Perspectives on Language Cognition*. Cambridge: Routledge Taylor & Francis Group.
- Barlow, J. A. (2003). The stop/spirant alternation in Spanish: Converging evidence for a fortition account. *Southwest Journal of Linguistics*, 22, 51–86.
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B. M., & Walker, S. C. (2014). lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4. Retrieved from <http://cran.r-project.org/package=lme4>
- Bates, E., D'Amico, S., Jacobsen, T., Székely, A., Andonova, E., Devescovi, A., ... Tzeng, O. (2003). Timed picture naming in seven languages. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10(2), 344–80.
- Baum, S. R., Blumstein, S. E., Naeser, M., & Palumbo, C. L. (1990). Temporal dimensions of consonant and vowel production: An acoustic and CT scan analysis of aphasic speech. *Brain and Language*, 39(1), 33–56.
- Baum, S. R., Kim, J. H., & Katz, W. F. (1997). Compensation for jaw fixation by aphasic patients. *Brain and Language*, 15(56(3)), 354–376.
- Baum, S. R., & Ryan, L. (1993). Rate of speech in aphasia: voice onset time. *Brain and Language*, 44, 431 – 445.
- Baum, S. R., & Slatkovsky, K. (1993). Phonemic false evaluation?: Preliminary data from a conduction aphasia patient. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 7, 207 – 218.
- Baus, C., Costa, A., & Carreiras, M. (2008). Neighbourhood density and frequency effects in speech production: a case for interactivity. *Language and Cognitive Processes*, 23, 866–888.
- Béland, R., Caplan, D., & Nespoulous, J.-L. (1990). The role of abstract phonological representations in word production: Evidence from phonemic paraphasias. *Journal of Neurolinguistics*. doi:10.1016/0911-6044(90)90009-N
- Béland, R., & Favreau, Y. (1991). On the special status of coronals in aphasia. In C. Paradis & J.-F. Prunet (Eds.), *Phonetics and phonology Volume 2: The special status of coronals. Internal and external evidence* (pp. 201–222). San Diego: Academic Press.
- Béland, R., & Valdois, S. (1989). Les perturbations phonétiques et phonémiques: nouvelles perspectives. *Langages*, 24e Année, 96, 44 – 63.
- Benson, D. F. (1967). Fluency in aphasia: correlation with radioactive scan localization. *Cortex*, 3, 373–394.
- Benson, D. F., & Ardila, A. (1996). *Aphasia: A clinical perspective*. New York: Oxford University Press.
- Benson, D. F., & Geschwind, N. (1979). Aphasia and related cortical disturbances. In A. B. Baker & L. H. Baker (Eds.), *Clinical Neurology*. New York: Harper and Row.
- Benson, D. F., & Geschwind, N. (1985). The aphasia and related disturbances. In A. B. Baker & R. J. Joynt (Eds.), *Clinical Neurology*. Philadelphia: PA: Harper and Row.
- Berg, T. (2005). A structural account of phonological paraphasia. *Brain and Language*, 94, 104–129.
- Best, W. (1996). When racquets are baskets, but baskets are biscuits, where do the words come from? A single case study of formal paraphasic errors in aphasia. *Cognitive Neuropsychology*, 13,

443–480.

- Blanken, G. (1998). Lexicalizations in speech production: Evidence from form-related word substitutions in aphasia. *Cognitive Neuropsychology*, *15*, 321–360.
- Blumstein, S. E. (1973). *A phonological investigation of aphasic speech*. The Hague: Mouton.
- Blumstein, S. E. (1978). Segment structure and the syllable in aphasia. In A. Bell & J. B. Hooper (Eds.), *Syllables and segments* (pp. 189–200). Holland: North-Holland Publishing Company.
- Blumstein, S. E., Cooper, W. E., Goodglass, H., Statlender, S., & Gottlieb, J. (1980a). Production deficits in aphasia: A voice-onset time analysis. *Brain and Language*, *9*(2), 153–170.
- Blumstein, S. E., Cooper, W. E., Zurif, E. B., & Caramazza, A. (1977). The perception and production of voice onset time in aphasia. *Neuropsychologia*, *15*, 371–383.
- Blumstein, S. E., Cooper, W., Goodglass, H., Statlender, S., & Gottlieb, J. (1980b). Production deficits in aphasia. *Brain and Language*, *9*, 153–170.
- Boller, P., & Marcie, P. (1978). Possible role of abnormal auditory feedback in conduction aphasia. *Neuropsychologia*, *16*, 521–524.
- Bonin, P., & Fayol, M. (2002). Frequency effects in the written and spoken production of homophonic picture names. *European Journal of Cognitive Psychology*, *14*, 289–313.
- Bonin, P., Fayol, M., & Chalard, M. (2001). Age of acquisition and word frequency in written picture naming. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *54A*(2), 469 – 489.
- Bonin, P., Méot, A., Aubert, L.-F., Malardier, N., Niedenthal, P. M., & Capelle-Toczek, M.-C. (2003). Normes de concrétude, de valeur d'imagerie, de fréquence subjective et de valence émotionnelle pour 866 mots. *L'année Psychologique*, *103*(4), 655–694.
- Bowers, J. S. (2002). Challenging the widespread assumption that connectionism and distributed representations go hand-in-hand. *Cognitive Psychology*, *45*(3), 413–45.
- Brandão de Carvalho, J., Scheer, T., & Ségéral, P. (2008). *Lenition and fortition*. Berlin: Mouton de Gruyter.
- Breheny, P., & Burchett, W. (2015). visreg: Visualization of Regression Models. Retrieved from <http://cran.r-project.org/package=visreg>
- Browman, C., & Goldstein, L. (1986). Towards an articulatory phonology. *Phonology Yearbook*, *3*, 219–252.
- Browman, C., & Goldstein, L. (1989). Articulatory gestures as phonological units. *Phonology*, *6*, 201–251.
- Browman, C., & Goldstein, L. (1990). Representation and reality: Physical systems and phonological structure. *Journal of Phonetics*, *18*, 411–424.
- Browman, C., & Goldstein, L. (1992). Articulatory phonology: An overview. *155-180*, *49*, 155–180.
- Buchsbaum, B. R., Baldo, J. V., Okada, K., Berman, K. F., Dronkers, N., D'Esposito, M., & Hickok, G. (2011). Conduction aphasia, sensory-motor integration, and phonological short-term

- memory - An aggregate analysis of lesion and fMRI data. *Brain and Language*, 119(3), 119–128.
- Buchwald, A., & Miozzo, M. (2012). Phonological and motor errors in individuals with acquired impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 55(5), 1573–1586.
- Buchwald, A., Rapp, B., & Stone, M. (2007). Insertion of discrete phonological units: An ultrasound investigation of aphasic speech. *Language and Cognitive Processes*. *Language and Cognitive Processes*, 22(6), 910–948.
- Buckingham, H. W. (1986). The Scan Copier Mechanism and the Positional Level of Language Production: Evidence from Phonemic Paraphasia. *Cognitive Science*, 195217, 195–217.
- Buckingham, H. W. (1999). Freud's continuity thesis. *Brain and Language*, 69(1), 76–92.
- Buckingham, H. W. (2002). The roots and amalgams of connectionism. In R. Daniloff (Ed.), *Connectionist approaches to clinical problems in speech and language* (pp. 265–311). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Buckingham, H. W. (2010). Commentary Aristotle's functional association psychology. The syntagmatic and the paradigmatic axes in the neurolinguistics of Roman Jakobson and Alexander Luria: An anatomical and functional quagmire. *Aphasiology*, 24(3), 395–403.
- Buckingham, H. W., & Christman, S. (2008). Disorders of Phonetics and Phonology. In B. Stemmer & H. A. Whitaker (Eds.), *Handbook of the Neuroscience of Language* (pp. 127–136). London: Academic Press Elsevier.
- Buckingham, H. W., & Yule, G. (1987). Phonemic false evaluation: Theoretical and clinical aspects. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 1(2), 113 – 125.
- Butterworth, B. (1992). Disorders of phonological encoding. *Cognition*, 42, 261–286.
- Butterworth, B., Campbell, R., & Howard, D. (1986). The uses of shortterm memory: A case study. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38(A), 705–737.
- Bybee, J. (2000). The phonology of the lexicon: evidence from lexical diffusion. In M. Barlow & S. Kemmer (Eds.), *Usage-based models of language* (pp. 65–85). Stanford, CA: CSLI.
- Bybee, J. (2001). *Phonology and language use*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bybee, J. (2005). La liaison: effets de fréquence et constructions. *Langages*. Retrieved from <http://www.cairn.info/revue-langages-2005-2-page-24.htm>
- Bybee, J., & Scheibman, J. (1999). The effect of usage on degrees of constituency: The reduction of don't in English. *Linguistics*, 37, 575–596.
- Canter, G. J., Trost, J. E., & Burns, M. S. (1985). Contrasting speech patterns in apraxia of speech and phonemic paraphasia. *Brain and Language*, 24(2), 204–222.
- Cappa, I. S., Nespore, M., Ielasi, W., & Miozzo, M. (1997). The representation of stress: Evidence from an aphasic patient. *Cognition*, 65, 1–13.
- Caramazza, A. (1997). How Many Levels of Processing Are There in Lexical Access? *Cognitive Neuropsychology*. doi:10.1080/026432997381664

- Caramazza, A., Basili, A. G., Koller, J. J., & Berndt, R. S. (1981). An investigation of repetition and language processing in a case of conduction aphasia. *Brain and Language*, *14*, 235–271.
- Caramazza, A., & Miozzo, M. (1998). More is not always better: a response to Roelofs, Meyer, and Levelt. *Cognition*, *69*, 231–241. doi:S0010027798000572 [pii]
- Caramazza, A., Papagno, C., & Ruml, W. (2000). The Selective Impairment of Phonological Processing in Speech Production. *Brain and Language*, *75*, 428–450.
- Carrasco, P., & Hualde, J. I. (2009). Spanish voiced allophony reconsidered. In *Phonetics and Phonology in Iberia Conference*. Las Palmas de Gran Canaria, Spain.
- Castañeda Vicente, M. L. (1986). El V.O.T. de las oclusivas sordas y sonoras españolas. *Estudios de Fonética Experimental*, *2*, 91–108.
- Cholin, J. (2008). The mental syllabary in speech production: An integration of different approaches and domains. *Aphasiology*, *22*(11), 1127–1141. doi:10.1080/02687030701820352
- Cholin, J., & Levelt, W. (2009). Effects of syllable preparation and syllable frequency in speech production: Further evidence for syllabic units at a post-lexical level. *Language and Cognitive Processes*, *24*, 662–684.
- Cholin, J., Levelt, W., & Schiller, N. O. (2006). Effects of syllable frequency in speech production. *Cognition*, *99*(2), 205–35. doi:10.1016/j.cognition.2005.01.009
- Chomsky, N., & Halle, M. (1968). *The sound pattern of English*. New York: Harper and Row.
- Clements, G. N. (1985). The geometry of phonological features. *Phonology Yearbook*, *2*, 225.252.
- Clements, G. N. (1988). Toward a Substantive Theory of Feature Specification. In *Proceedings of NELS 18* (pp. 79–93).
- Code, C. (1998a). Major review Models, theories and heuristics in apraxia of speech. *Clinical Linguistics & Phonetics*, *12*(1), 47–65.
- Code, C. (1998b). Models, theories and heuristics in apraxia of speech. *Clinical Linguistics and Phonetics*, *12*(1), 47–65.
- Cole, J., & Hualde, J. I. (2011). Underlying representations. In M. van Oostendorp, C. Ewen, E. H. Hume, & K. Rice (Eds.), *The Blackwell Companion to Phonology* (pp. 1–26). Malden, MA & Oxford, UK: Blackwell Publishing.
- Cole, J., Hualde, J. I., & Iskarous, K. (1999). Effects of prosodic and segmental context on /g/-lenition in Spanish. In O. Fujimura, B. D. Joseph, & B. Palek (Eds.), *Proceedings of the 4th international linguistics and phonetics conference* (pp. 575–589). Prague: Karolinum Press.
- Collins, M., Rosenbek, J. C., & Wertz, R. T. (1983). Spectrographic analysis of vowel and word duration in apraxia of speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, *26*, 224–230.
- Crompton, A. (1981). Syllables and segments in speech production. *Linguistics*, *19*, 663–716.
- Cuetos, F. (1998). *Evaluación y rehabilitación de las afasias. Aproximación cognitiva*. Madrid: Médica-Panamericana.

- Cuetos, F., Bonin, P., Alameda, J., & Caramazza, A. (2010). The specific-word frequency effect in speech production: evidence from Spanish and French. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *63*(4), 750–71.
- Darley, F. L., Aronson, A. E., & Brown, J. R. (1985). *Motor Speech Disorders*. Philadelphia: PA: W.B. Saunders.
- Darley, F. L., Aronson, A. E., & Brown, J. R. (1975). *Motor Speech Disorders*. Philadelphia: PA: W. B. Saunders.
- Davis, C. J., & Perea, M. (2005). BuscaPalabras: A program for deriving orthographic and phonological neighborhood statistics and other psycholinguistic indices in Spanish. *Behavior Research Methods*, *37*, 665–671.
- de Saussure, F. (1962). *Cours de linguistique générale*. Paris: Payot.
- Del Barrio, L., & Torner, S. (1999). La duración consonántica en castellano. *Lingüística Española Actual*, *21*(1), 99–126.
- Dell, G. (1986a). A spreading activation theory of retrieval in language production. *Psychological Review*, *93*, 283–321.
- Dell, G. (1986b). A spreading-activation theory of retrieval in sentence production. *Psychological Review*, *93*, 283–321. doi:10.1037/0033-295X.93.3.283
- Dell, G. (1988). The Retrieval of Phonological Forms in Production: Tests of Predictions From a Connectionist Model. *Journal of Memory and Language*, *124*–142. doi:10.1016/0749-596X(88)90070-8
- Dell, G., Chang, F., & Griffin, Z. (1999a). Connectionist models of language production: Lexical access and grammatical encoding. *Cognitive Science*, *23*(4), 517–542.
- Dell, G., Chang, F., & Griffin, Z. M. (1999b). Connectionist models of language production: Lexical access and grammatical encoding. *Cognitive Science*, *23*, 517–542. doi:10.1207/s15516709cog2304_6
- Dell, G., & Gordon, J. K. (2003). Neighbors in the lexicon: Friends or Foes? In N. O. Schiller & A. S. Meyer (Eds.), *Phonetics and phonology in language comprehension and production: Differences and similarities*. New York: Mouton de Gruyter.
- Dell, G., Juliano, C., & Govindjee, A. (1993). Structure and Content in Language Production: A Theory of Frame Constraints in Phonological Speech Errors. *Cognitive Science*, *17*(2), 149–195.
- Dell, G., & Kim, A. E. (2005). Speech errors and word form encoding. In R. J. Hartsuiker, R. Bastiaanse, A. Postma, & F. N. K. Wijnen (Eds.), *Phonological encoding and monitoring in normal and pathological speech* (pp. 17–42). Hove, UK: Psychology Press.
- Dell, G., & O'Seaghdha, P. G. (1991). Mediated and convergent lexical priming in language production: a comment on Levelt et al. (1991). *Psychological Review*, *98*, 604–614; discussion 615–618. doi:10.1037/0033-295X.98.4.604
- Dell, G., Schwartz, M. F., Martin, N., Saffran, E. M., & Gagnon, D. A. (1997a). Lexical access in aphasic and nonaphasic speakers. *Psychological Review*, *104*, 801–939.

- Dell, G., Schwartz, M. F., Martin, N., Saffran, E. M., & Gagnon, D. a. (1997b). Lexical access in aphasic and nonaphasic speakers. *Psychological Review*, *104*(4), 801–838. doi:10.1037//0033-295X.104.4.801
- Démonet, J.-F., & Puel, M. (1998). Aphasie de corrélat cérébraux des fonctions linguistiques. In *Neuropsychologie humaine* (pp. 336–360). Liège: P. Mardaga.
- Déniz Troya, M. (2005). El VOT de las oclusivas sordas en la norma culta de Las Palmas de Gran Canaria. *Boletín de Lingüística*, *17*(24), 92–107.
- Dogil, G., & Mayer, J. (1998). Selective phonological impairment: A case of apraxia of speech. *Phonology*, *15*, 143–188.
- Donegan, P., & Stampe, D. (1979). The study of Natural Phonology. In D. A. Dinnsen (Ed.), *Approaches to Phonological Theory*. Bloomington: Indiana University Press.
- Dronkers, N. F. (2000). The pursuit of brain-language relationships. *Brain and Language*, *71*, 59–61.
- Dubois, J. (1967). La neurolinguistique. *Langages*, *2 Année*, *5*, 6–17.
- Dubois, J. (1977). De la linguistique à la neurolinguistique : 1939-1976. *Langages*, *11e Année*, *47*, 3–38.
- Dubois, J., Hécaen, H., Angelergues, R., Mauffras du Chatelier, A., & Marcie, P. (1964). Etude neuro-linguistique de l'aphasie de conduction. *Neuropsychologia*, *2*, 9–44.
- Duffy, J. R. (1995). *Motor speech disorders: Substrates, differential diagnosis, and management*. St. Louis: Mosby-Year Book.
- Duffy, J. R. (2005). *Motor Speech Disorders: Substrates, Differential Diagnosis and Management*. (M.-Y. Book, Ed.) (2a ed.). Saint Louis.
- Duñabeitia, J. A., Cholin, J., Corral, J., Perea, M., & Carreiras, M. (2010). SYLLABARIUM: An online application for deriving complete statistics for Basque and Spanish orthographic syllables. *Behavior Research Methods*, *42*(1), 118–125.
- Elejabeitia, A., Gálvez, V., Iribar, A., Morales, S., Rivera, P., & Vélez, B. (1995). Índices de sonoridad/sordez de las oclusivas españolas. In A. Elejabeitia & A. Iribar (Eds.), *Phonetica. Trabajos de fonética experimental* (pp. 129–156). Bilbao: Universidad de Deusto.
- Enríquez, E., Casado, C., & Santos, A. (1989). La percepción del acento en español. *Lin.. Esp. Actual*, *11*, 241–269.
- Farnetani, E. (2007). Coarticulation and Connected Speech Processes. In W. J. Hardcastle & J. Laver (Eds.), *The Handbook of Phonetic Sciences: Second Edition*. Cambridge, MA: Blackwell Publishing.
- Favreau, Y., Nespoulous, J.-L., & Lecours, A. R. (1990). Syllable structure and lexical frequency effects in the phonemic errors of four aphasics. *Journal of Neurolinguistics*, *5*(2/3), 165 – 187.
- Feinberg, T. E., Gonzalez Rothi, L. J., & Heilman, K. M. (1986). “Inner speech” in conduction aphasia. *Archives of Neurology*, *43*(6), 591–593.
- Fernández Sevilla, J. (1980). Los fonemas implosivos en español. *Thesaurus: Boletín Del Instituto Caro Y Cuervo*, *35*(3), 456–505.

- Ferrand, L. (1998). Encodage phonologique et production de la parole. *L'année Psychologique*, 98(3), 475–509. doi:10.3406/psy.1998.28580
- Ferrand, L., Segui, J., & Grainger, J. (1995). Amorçage phonologique masqué et dénomination. *L'année Psychologique*, 95(4), 645–659.
- Fodor, J. (1983). *The modularity of mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Fosler-Lussier, E., & Nelson, M. (2000). Effects of speaking rate and word frequency on conversational pronunciations. *Speech Communication*, 29, 137–158.
- Fougeron, C. (2005). La phonologie articulatoire : une introduction. In N. Nguyen, S. Wauquier-Gravelines, & J. Durand (Eds.), *Phonologie et phonétique* (pp. 265–290). Paris: Hermès.
- Fowler, C. A., & Saltzman, E. (1993). Coordination and coarticulation in speech production. *Language and Speech*, 36(2,3), 171 – 195.
- Fowler, C. A., & Turvey, M. (1981). Immediate compensation in bite block speech. *Phonetica*, 37(5-6), 306–326.
- Fox, J., & Weisberg, S. (2011). *An {R} Companion to Applied Regression* (Second Edi.). Thousand Oaks, CA: Sage. Retrieved from <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion>
- François, J., & Nespoulous, J.-L. (2011). L'architecture des processus de production et de réception : aspects (neuro)psycholinguistiques. *Mémoires de La Société de Linguistique, Nouvelle Série*, (20), 205.
- Freeman, F. J., Sands, E., & Harris, K. S. (1978a). Temporal coordination of phonation and articulation in a case of verbal apraxia: A voice onset time study. *Brain and Language*, 6, 106–111.
- Freeman, F. J., Sands, E. S., & Harris, K. S. (1978b). Temporal coordination of phonation and articulation in a case of verbal apraxia: a voice onset time study. *Brain and Language*, 6, 106–111.
- Freud, S. (1891). *On Aphasia: A Critical Study* (1953rd ed.). London: Imago.
- Friedrich, F. J., Glenn, C. G., & Marin, O. S. (1984). Interruption of phonological coding in conduction aphasia. *Brain and Language*, 22(2), 266–291.
- Fromkin, V. (1971). The Non-Anomalous Nature of Anomalous Utterances. *Language*, 47(1), 27–52.
- Fromkin, V. (1973). *Speech errors as linguistic evidence*. The Hague: Mouton.
- Gallardo Paúls, B. (2009). Criterios lingüísticos en la consideración del déficit verbal. *Verba*, 36, 327–352.
- Galluzzi, C., Bureca, I., Romani, C., & Guariglia, C. (2015). Phonological simplifications, apraxia of speech and the interaction between phonological and phonetic processing. *Neuropsychologia*, 71, 64–83.
- Gandour, J., & Dardarananda, R. (1984). Voice onset time in aphasia: Thai. *Brain and Language*, 23, 177–205.
- Garde, P. (1968). *L'accent*. Paris: PUF.
- Garrett, M. (1980). Levels of processing in sentence production. In B. Butterworth (Ed.), *Language*

Production Vol.I: Speech and Talk (pp. 177–220).

- Garrido, J. M., Llisterri Boix, J., de la Mota, C., & Ríos, A. (1993). Prosodic differences in reading styles: Isolated vs contextualised sentences. In *Eurospeech 1993. Proceedings of the 3rd European conference on speech communication and technology* (pp. 573–576).
- Garrido, J. M., Machuca, M. J., & de la Mota, C. (1998). *Prácticas de fonética. Lengua española I*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Gayraud, F., & BAarkat-Defradas, M. (2012). Effet du voisinage phonologique sur l'accès lexical dans le discours spontané de patients Alzheimer. In *Actes de la conférence conjointe JEP-TALN-RECITAL* (pp. 369–376). Grenoble.
- Geschwind, N. (1965). Disconnexion syndromes in animals and man. *Brain*, 88, 237–294.
- Gil Fernández, J. (2007). *Fonética para profesores de español: De la teoría a la práctica*. Madrid: Arco/Libros.
- Gil Fernández, J. (2008). Acerca de la interrelación fonética / fonología. *Language Design. Journal of Experimental and Theoretical Linguistics Special Issue*, (1), 87–111.
- Goldrick, M. (2006). Limited interaction in speech production: Chronometric, speech error, and neuropsychological evidence. *Language and Cognitive Processes*, 21, 817–855.
- Goldrick, M. (2011). Linking speech errors and generative phonological theory. *Language and Linguistics Compass*, 5, 397–412.
- Goldrick, M. (2012). Neural network models of speech production. In M. Faust (Ed.), *Handbook of the neuropsychology of language (vol. 1, Language processing in the brain)* (pp. 125–145). Wiley-Blackwell.
- Goldrick, M. (2014). Phonological processing: The retrieval and encoding of word form information in speech production. In *The Oxford handbook of language production* (pp. 228–244). Oxford: Oxford University Press.
- Goldrick, M., Baker, H. R., Murphy, A., & Baese-Berk, M. (2011). Interaction and representational integration: evidence from speech errors. *Cognition*, 121(1), 58–72.
doi:10.1016/j.cognition.2011.05.006
- Goldrick, M., & Blumstein, S. E. (2006). Cascading activation from phonological planning to articulatory processes: Evidence from tongue twisters. *Language and Cognitive Processes*, 21, 649–683.
- Goldrick, M., & Rapp, B. (2007). Lexical and post-lexical phonological representations in spoken production. *Cognition*, 102, 219–260. doi:10.1016/j.cognition.2005.12.010
- Goldrick, M., Ross Baker, H., Murphy, A., & Baese-Berk, M. (2011). Interaction and representational integration: Evidence from speech errors. *Cognition*, 121, 58–72.
- Goldstein, K. (1948). *Language and language disturbances*. New York: Grune & Stratton.
- Goldstein, L., Pouplier, M., Chen, L., Saltzman, E., & Byrd, D. (2007). Dynamic Action Units Slip in Speech Production Errors. *386-412*, 103(3), 386–412.
- Goodglass, H. (1992). Diagnosis of conduction aphasia. In S. A. Kohn (Ed.), *Conduction aphasia* (pp.

- 39–49). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Goodglass, H., & Kaplan, E. (1983). *Evaluación de la afasia y trastornos relacionados*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Gordon, J. K. (2002). Phonological neighborhood effects in aphasic speech errors: spontaneous and structured contexts. *Brain and Language*, 82, 113 – 145.
- Gordon, J. K., & Dell, G. (2001). Phonological neighborhood effects: Evidence from aphasia and connectionist modeling. *Brain and Language*, 79, 21–23.
- Grainger, J. (1990). Word frequency and neighborhood frequency effects in lexical decision and naming. *Journal of Memory and Language*, 29, 228–44.
- Guerra, R. (1983). Estudio estadístico de la sílaba en español. *Estudios de Fonética*, 1, 9–112.
- Hammond, R. (1986). En torno a una regla global en la fonología del español en Cuba. In R. Núñez Cedeño, I. Páez Urdaneta, & J. M. Guitart (Eds.), *Estudios sobre la fonología del español del Caribe*. Caracas: La Casa de Bello.
- Hardcastle, J. W. (1987). Electropalatographic study of articulation disorders in verbal dyspraxia. In J. H. Ryalls (Ed.), *Phonetic approaches to Speech Production in Aphasia and Related Disorders*. Boston, MA: College-Hills Press.
- Harris, J. W. (1975). *Fonología generativa del español*. Barcelona: Planeta.
- Hécaen, H. (1972). *Introduction a la neuropsychologie*. Paris: Larousse.
- Heilman, K. M., Scholes, R., & Watson, R. T. (1976). Defects of immediate memory in Broca's and conduction aphasia. *Brain and Language*, 3, 201–208.
- Henderson, V. W. (1992). Early concepts of conduction aphasia. In S. A. Kohn (Ed.), *Conduction aphasia* (pp. 23–38). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Herrera, J. (1997). Estudio acústico de /p, t, c^, k/ y /b, d, y, g/ en Gran Canaria. In M. Almeida & J. Dorta (Eds.), *Contribuciones al estudio de la lingüística hispánica* (pp. 73–86). Tenerife: Montesinos.
- Herrero, G., & Supiot, A. (2001). Rasgos distintivos para la percepción de f/b, T/d, x/g: ¿Tensión, estridencia o sonoridad? In J. Díaz García (Ed.), *Actas del II Congreso de Fonética Experimental. Sevilla 5, 6 y 7 de marzo de 2001 Laboratorio de Fonética, Facultad de Filología* (pp. 220–225). Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Hickok, G., Erhardb, P., Kassubekc, J., Helms-Tilleryd, A. K., Naeve-Velguthf, S., Struppf, J., ... Ugurbilf, K. (2000). A functional magnetic resonance imaging study of the role of left posterior superior temporal gyrus in speech production: implications for the explanation of conduction aphasia. *Neuroscience Letters*, 287(2), 156–160.
- Hockett, C. F. (1955). *Manual of Phonology*.
- Hopper, J. B. (1976). *An Introduction to Natural Generative Phonology*. (Academic Press, Ed.). New York.
- Howard, S., & Heselwood, B. C. (2011). Instrumental and perceptual phonetic analyses: The case for two-tier transcriptions. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 25(11-12), 940–948.

- Hualde, J. I. (2005). *The Sounds of Spanish*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hualde, J. I. (2011). Lenición de obstruyentes sordas intervocálicas en español: estado de la cuestión. In *V Congreso de Fonética Experimental*.
- Hualde, J. I. (2014). La silabificación en español. In R. Núñez Cedeño, S. Colina, & T. G. Bradley (Eds.), *Fonología generativa contemporánea de la lengua española* (2a ed., pp. 195–2015). Washington DC: Georgetown University Press.
- Huttenlocher, J., & Kubicek, L. F. (1983). The source of relatedness effects on naming latency. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *9*, 486–496.
- Hux, K. (2011). Wernicke–Lichtheim Model of Aphasia. In *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology*. Springer.
- Itoh, M., Sasanuma, S., Hirose, H., Yoshioka, H., & Ushijima, T. (1980). Abnormal articulatory dynamics in a patient with apraxia of speech: x-ray microbeam observation. *Brain and Language*, *11*, 66–75.
- Itoh, M., Sasanuma, S., & Ushijima, T. (1979). Velar movement during speech in a patient with apraxia of speech. *Brain and Language*, *7*(2), 227–239.
- Jakobson, R. (1964). Towards a Linguistic Typology of Aphasia Impairments. In A. V. S. de Reuck & M. O'Connor (Eds.), *Ciba Foundation Symposium - Disorders of Language*. Chichester, UK: John Wiley & Sons.
- Jakobson, R. (1968). *Child Language: Aphasia and Phonological Universals* (Mouton.). The Hague.
- Jakobson, R., Fant, G., & Halle, M. (1952). *Preliminaries to speech analysis*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Janus, I. (2001). Phonetics versus phonology?—Voicing impairment in anterior aphasia: preliminary results of acoustic analyses. *Clinical Linguistics & Phonetics*, *15*, 103–106.
doi:10.3109/02699200109167639
- Jarema, G., & Friederici, A. (1994). Processing articles and pronouns in agrammatic aphasia: Evidence from French. *Brain and Language*, *46*, 683–694.
- Jescheniak, J. D., & Levelt, W. (1994). Word frequency effects in speech production: Retrieval of syntactic information and of phonological form. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *20*(4), 824–843.
- Jescheniak, J. D., Levelt, W., & Meyer, A. (2003). Specific-word frequency is not all that counts in speech production: Comments on Caramazza, Costa, et al. (2001) and new experimental data. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *23*, 432–438.
- Joanette, Y., Keller, E., & Lecours, A. R. (1980). Sequences of phonemic approximation in aphasia. *Brain and Language*, *11*, 30–44.
- Johns, D. F., & La Pointe, L. L. (1976). Neurogenic disorders of output processing: apraxia of speech. In H. Whitaker & H. A. Whitaker (Eds.), *Studies in Neurolinguistics*. New York: Academic Press.
- Katz, W. F. (1988). Anticipatory coarticulation in aphasia: Acoustic and perceptual data. *Brain and*

Language, 35(2), 340–368.

- Katz, W. F., & Baum, S. R. (1987). Compensatory articulation in Broca's aphasia: The facts aren't in yet: A reply to Sussman et al. *Brain and Language*, 30(2), 367–373.
- Kaye, J., Lowenstamm, J., & Vergnaud, J.-R. (1985a). The internal structure of phonological elements: a theory of charm and government. *Phonology Yearbook*, 2, 305 – 328.
- Kaye, J., Lowenstamm, J., & Vergnaud, J.-R. (1985b). The internal structure of phonological elements: a theory of charm and government. *Phonology Yearbook*, 2, 305–328.
- Keating, P. A. (1984). Phonetic and phonological representation of stop consonant voicing. *Language*, 60(2), 286–319.
- Keating, P. A. (1988). The phonology-phonetics interface. In F. Newmayer (Ed.), *Linguistics: The Cambridge Survey* (pp. 281–302). Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Keating, P. A. (1990). Phonetic representations in a generative grammar. *Journal of Phonetics*, 18, 321–334.
- Keating, P. A., Mikos, M. J., & Ganong, W. F. (1981). A cross-language study of range of voice onset time in the perception of initial stop voicing. *Journal of the Acoustical Society of America*, 70(5), 1261–1271.
- Keller, E. (1984). Simplification and gesture reduction in phonological disorders of apraxia and aphasia. In J. Rosenbek, M. McNeil, & A. Aronson (Eds.), *Apraxia of speech: Physiology, Acoustics, Linguistics and Management* (pp. 221–256). San Diego: College-Hills Press.
- Keller, E. (1987). The cortical representation of motor processes of speech. In E. Keller & M. Gopnik (Eds.), *Motor and sensory processes of language*. New Jersey, London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kelso, J. A. S., Saltzman, E., & Tuller, B. (1986). The dynamical perspective on speech production: data and theory. *Journal of Phonetics*, 14, 29–59.
- Kelso, J. A. S., & Tuller, B. (1981). Towards a theory of apraxic syndromes. *Brain and Language*, 12, 224–245.
- Kelso, J. A. S., Tuller, B., Vatikiotis-Bateson, E., & Fowler, C. A. (1984). Functionally specific articulatory cooperation following jaw perturbations during speech: Evidence for coordinative structures. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 812–832.
- Kent, R. D. (2000). Research on speech motor control and its disorders: a review and prospective. *Journal of Communication Disorders*, 33(5), 391–427.
- Kent, R. D., & Rosenbek, J. C. (1983). Acoustic patterns of apraxia of speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, 26(2), 231–49.
- Khasanova, A., Cole, J., & Hasegawa-Johnson, M. (2014). Detecting articulatory compensation in acoustic data through linear regression modeling. In *Interspeech 2014*.
- Kim, J. H. (1995). *Compensatory articulation in aphasia*. McGill University, Montreal.
- Kohn, S. A. (1984a). Phonological errors in aphasia. *Brain and Language*, 23, 97–115.

- Kohn, S. A. (1984b). The nature of phonological disorder in conduction aphasia. *Brain and Language*, 23, 97–115.
- Kohn, S. A. (1988). Phonological production deficits in aphasia. In H. Whitaker (Ed.), *Phonological Processes and Brain Mechanisms*. New York: Springer-Verlag.
- Kohn, S. A. (1992). Conclusions: Towards a working definition of conduction aphasia. In S. A. Kohn (Ed.), *Conduction aphasia*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kohn, S. A., & Smith, K. L. (1990). Between-word speech errors in conduction aphasia. *Cognitive Neuropsychology*, 7, 133–156.
- Labos, E., Zabala, K., Atlasovich, C., Pavón, H., & Ferreiro, J. (2003). Protocolo de Evaluación de Funciones Lingüísticas y Comunicativas. *Revista Neurológica Argentina*, 28, 96–103.
- Ladefoged, P. (1978). Phonetic differences within and between languages. *UCLA Working Papers in Phonetics*, 42, 32–40.
- Laganaro, M. (2002). Selective impairment of lexical stress assignment in an Italian-speaking aphasic patient. *Brain and Language*, 81(1-3), 601–609.
- Laganaro, M. (2008). Is there a syllable frequency effect in aphasia or in apraxia of speech or both? *Aphasiology*, 22(11), 1191–1200.
- Laganaro, M. (2015). Paraphasies phonémiques et/ou phonétiques? Des raisons et des difficultés de cette distinction. *Revue de Neuropsychologie*, 7(1), 27–32.
- Laganaro, M., Vacheresse, F., & Frauenfelder, U. H. (2002). Selective impairment of lexical stress assignment in an Italian-speaking aphasic patient. *Brain and Language*, 81, 601–609.
- Laganaro, M., & Zimmermann, C. (2010). Origin of phoneme substitution and phoneme movement errors in aphasia. *Language Cognitive Processes*, 25, 1–37.
- Lamb, S. M. (1999). *Pathways of the brain: The neurocognitive basis of language*. Amsterdam: J. Benjamin Publishing Co.
- Lecours, A. R., & Lhermitte, F. (1969). Phonemic paraphasias: Linguistic structures and tentative hypotheses. *Cortex*, 5, 193–228.
- Lecours, A. R., & Lhermitte, F. (1976). The “pure form” of the phonetic disintegration syndrome (“pure anarthria”); anatomo-clinical report of a historical case. *Brain and Language*, 3(87), 88–113.
- Lecours, A. R., & Lhermitte, F. (1979). *L'aphasie*. Montréal: Presses de l'Université de Montréal.
- Lenth, R. V., & Hervé, M. lsmeans: Least-Squares Means. R package version 2.17. (2015).
- Levelt, W. (1983). Monitoring and self-repair in speech. *Cognition*, 14(1), 41–104. doi:10.1016/0010-0277(83)90026-4
- Levelt, W. (1989). *Speaking: from intention to articulation*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Levelt, W. (1992). Accessing words in speech production: Stages, processes and representations. *Cognition*, 42, 1–22.

- Levelt, W. (1999). Models of word production. *Trends in Cognitive Sciences*. doi:10.1016/S1364-6613(99)01319-4
- Levelt, W., Roelofs, A., & Meyer, A. S. (1999a). A theory of lexical access in speech production. *Behavioral and Brain Sciences*, 22(01), 1–38; discussion 38–75. doi:10.1017/S0140525X99001776
- Levelt, W., Roelofs, A., & Meyer, A. S. (1999b). A theory of lexical access in speech production. *The Behavioral and Brain Sciences*, 22(1), 1–38; discussion 38–75.
- Levelt, W., & Wheeldon, L. R. (1994). Do speakers have access to a mental syllabary? *Cognition*, 50, 239–269.
- Lieberman, M., & Prince, A. (1977). On stress and linguistic rhythm. *Linguistic Inquiry*, 8, 249–236.
- Lindblom, B. (1983). On the teleological nature of speech processes. *Speech Communication*, 2, 155–158.
- Lindblom, B. (1990). Explaining phonetic variations: a sketch of the H & H theory. In W. J. Hardcastle & A. Marchal (Eds.), *Speech Production and Speech Modelling* (pp. 403–439). Dordrecht: Kluwer.
- Lindblom, B., Lubker, J., & Gay, T. (1979). Formant frequencies of some fixed-mandible vowels and a model of speech motor programming by predictive simulation. *Journal of Phonetics*, 7, 147–161.
- Lisker, L., & Abramson, A. S. (1964). A cross-language study of voicing in initial stops: Acoustical measurements. Voice onset time (VOT). *384-422*, 20, 384–422.
- Llisterri Boix, J. (1991). *Introducción a la Fonética: El método experimental*. Barcelona: Anthropos.
- Llisterri Boix, J., Machuca, M., de la Mota, C., Riera, M., & Ríos, A. (2005). La percepción del acento léxico en español. *Filología Y Lingüística*, 1, 271–297.
- Lozano, M. del C. (1979). *Stop and spirant alternations: Fortition and spirantization processes in Spanish phonology*. Bloomington, IN: Indiana University Linguistics Club.
- Luce, P. A., & Pisoni, D. B. (1998). Recognizing spoken words: the neighborhood activation model. *Ear Hear*, 19(1), 1–36.
- Lüdecke, D. (2015). sjPlot: Data Visualization for Statistics in Social Science. Retrieved from <http://cran.r-project.org/package=sjPlot>
- Luria, A. (1970). *Traumatic Aphasia. Its Syndromes, Psychology and Treatment*. La Haya: Walter de Gruyter.
- Luria, A. R. (1980). *Higher cortical functions in man*. New York: Basic.
- Maas, E., Gutiérrez, K., & Ballard, K. J. (2014). Phonological encoding in apraxia of speech and aphasia. *Aphasiology*, 28(1), 25–48.
- Machuca, M. (1997). *Las obstruyentes no continuas del español: Relación entre las categorías fonéticas y fonológicas en habla espontánea*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- MacKay, D. G. (1970). Spoonerisms: The structure of errors in the serial order of speech. *Neuropsychologia*, 8, 323–350.

- MacNeilage, P. F. (1970). Motor control of serial ordering of speech. *Psychological Review*, 77(3), 182–196.
- Marczyk, A. (2009). *Contribución a l'étude de la composante phonético-phonologique en aphasiologie: Analyse acoustique et perceptive d'erreurs de substitution consonantique dans la production de patients hispanophones*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Marín, R. (1994). La duración vocálica en español. *ELUA. Estudios de Lingüística de La Universidad de Alicante*, 10, 213–226.
- Marquardt, T., & Sussman, H. (1984). The elusive lesion - Apraxia of speech link in Broca's aphasia. In J. Rosenbek, M. McNeil, & A. Aronson (Eds.), *Apraxia of Speech: Physiology, Acoustics, Linguistics, Management*. San Diego, CA: College Hill Press.
- Marquina, M. (2011). *Estudio acústico de la variación inter e intralocutor en la frecuencia fundamental de hablantes bilingües de catalán y de castellano*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Martinet, A. (1968). *Elementos de lingüística general*. Madrid: Gredos.
- Martínez Celdrán, E. (1984). *Fonética (Con especial referencia a la lengua castellana)*. Barcelona: Teide.
- Martínez Celdrán, E. (1985). ¿Hasta qué punto es importante la sonoridad en la discriminación auditiva de las obstruyentes mates del castellano? *Estudios de Fonética Experimental*, 1, 243–291.
- Martínez Celdrán, E. (1989). Cantidad e intensidad en los sonidos obstruyentes del castellano: Hacia una caracterización acústica de los sonidos aproximantes. *Estudios de Fonética Experimental*, 1, 73–129.
- Martínez Celdrán, E. (1991a). Duración y tensión en las oclusivas no iniciales del español: un estudio perceptivo. *Revista Argentina de Lingüística*, 7(1), 51–71.
- Martínez Celdrán, E. (1991b). Duración y tensión en las oclusivas no iniciales del español: Un estudio perceptivo. *Revista Argentina de Lingüística*, 7(1), 51–71.
- Martínez Celdrán, E. (1991c). Sobre la naturaleza fonética de los alófonos de /b, d, g/ en español y sus distintas denominaciones. *Verba*, 18, 235–253.
- Martínez Celdrán, E. (1993). La percepción categorial de /b,p/ en español basada en las diferencias de duración. *Estudios de Fonética Experimental*, 5, 223–239.
- Martínez Celdrán, E. (2008). Some chimeras of traditional Spanish phonetics. In L. Colantoni & J. Steele (Eds.), *3rd conference on laboratory approaches to Spanish phonology*. Somerville, MA: Cascadilla Proceedings Project.
- Martínez Celdrán, E., & Fernández Planas, A. M. (2000). Características fonéticas de la africada palatal sonora del español. In M. D. Muñoz, A. Rodríguez-Piñero, G. Fernández, & V. Benitez (Eds.), *IV Congreso de Lingüística General. Cádiz, 3-6 abril 2000*. Cádiz.
- Mayer, J. (1995). A representational account for apraxia of speech. In *Proceedings of the XIIIth International Congress of Phonetic Sciences* (pp. 82–85).
- Mckenzie, C. (1982). Aphasic articulatory defect and aphasic phonological defect. *British Journal of Disorders of Communication*, 17, 27–46.

- McNeil, M. R., Liss, J. M., Tseng, C.-H., & Kent, R. D. (1990). Effects of speech rate on the absolute and relative timing of apraxic and conduction aphasic sentence production. *Brain and Language*, *38*, 135–158.
- McNeil, M. R., Pratt, S. R., & Fossett, T. R. D. (2004). The differential diagnosis of apraxia of speech. In *Speech motor control in normal and disordered speech* (pp. 389–412). New York: Oxford University Press.
- McNeil, M. R., Robin, D. A., & Schmidt, R. A. (1997). Apraxia of speech: Definition, differentiation, and treatment. In *Clinical management of sensorimotor speech disorders* (pp. 311–344). New York: Thieme.
- Mendez, M. F., & Benson, D. F. (1975). Atypical conduction aphasia. A disconnection syndrome. *Archives of Neurology*, *42*(9), 886–891.
- Mendoza, E., Carballo, G., Cruz, A., Fresneda, M. D., Muñoz, J., & Marrero, V. (2003). Temporal variability in speech segments of Spanish: context and speaker related differences. In *Speech Communication* (Vol. 40, pp. 431–447).
- Meschyan, G., & Hernández, A. (2002). Age of acquisition and word frequency: Determinants of object-naming speed and accuracy. *Memory and Cognition*, *30*(2), 262–269.
- Meyer, A. S. (1997). Conceptual influences on grammatical planning units. *Language and Cognitive Processes*, *12*, 859–863. doi:10.1080/016909697386745
- Monoï, H., Fukusako, Y., Itoh, M., & Sasanuma, S. (1983). Speech sound errors in patients with conduction aphasia and Broca's aphasia. *Brain and Language*, *20*, 175–194.
- Morales Font, A. (2014). El acento. In R. Núñez Cedeño, S. Colina, & T. G. Bradley (Eds.), *Fonología generativa contemporánea de la lengua española* (2a ed., pp. 236–266). Washington DC: Georgetown University Press.
- Moreno Sandoval, A., Torre, D., Curto, N., & Torre, R. (2008). Inventario de frecuencias fonémicas y silábicas del castellano espontáneo y escrito. In L. Buera, E. Lleida, A. Miguel, & A. Ortega (Eds.), *IV jornadas en tecnología del habla* (pp. 77–81). Zaragoza: Universidad de Zaragoza - Red Temática en Tecnologías del Habla.
- Munson, B., & Solomon, N. P. (2004). The effects of phonological neighborhood density on vowel articulation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *48*, 1048–1058.
- Navarro Tomás, T. (1918a). Diferencias de duración entre las consonantes españolas. *Revista de Filología Española*, *V*, 367–393.
- Navarro Tomás, T. (1918b). *Manual de pronunciación española*. Madrid: Sucesores de Hernando.
- Navarro Tomás, T. (1944). *Manual de entonación española*. New York: Hispanic Institute.
- Navarro Tomás, T. (1966). *Estudios de fonología española*. New York: Las Americas Publishing Company.
- Nespoulous, J.-L. (1980). De deux comportements verbaux de base : Référentiel et modalisateur. De leur dissociation dans le discours aphasique. *Cahiers de Psychologie*, *23*, 195–210.

- Nespoulous, J.-L. (1996). Les stratégies palliatives dans l'aphasie. *Rééducation Orthophonique*, 34, 423–33.
- Nespoulous, J.-L. (1998a). La “ Mise en mots ”... de la phrase au discours, modèles psycholinguistiques et pathologie du langage. In F. Eustache & B. Lechevalier (Eds.), *Langage et aphasie. Séminaire de Jean-Louis Signoret* (pp. 251–265). Bruxelles: De Boeck.
- Nespoulous, J.-L. (1998b). Quand l'aphasique perd (?) ses marques... In A. Boone & D. Leeman (Eds.), *Du percevoir au dire. Hommage à André Joby*. Paris: L'Harmattan.
- Nespoulous, J.-L. (2004). Linguistique, pathologie du langage et cognition. Des dysfonctionnements langagiers à la caractérisation de l'architecture fonctionnelle du langage. In C. Fuchs (Ed.), *La linguistique cognitive* (Ophrys: Ed., pp. 171–194). Paris.
- Nespoulous, J.-L., Baqué, L., Rosas, A., Marczyk, A., & Estrada, M. (2013). Aphasia, phonological and phonetic voicing within the consonantal system: Preservation of phonological oppositions and compensatory strategies. *Language Sciences*, 39, 117–125.
- Nespoulous, J.-L., & Borrel, A. (1979). A propos des perturbations phonétiques et/ou phonémiques dans le discours aphasique. *La Linguistique*, 15(1), 133–146.
- Nespoulous, J.-L., Joannette, Y., Béland, R., Caplan, D., & Lecours, A. R. (1984). Phonologic disturbances in aphasia: Is there a “markedness effect” in aphasic phonemic errors? In F. C. Rose (Ed.), *Advances in aphasiology. Vol. 42: Progress in aphasiology*. London: Raven Press.
- Nespoulous, J.-L., Lecours, A. R., & Joannette, Y. (1982). Stabilité et instabilité des déviations phonétiques et/ou phonémiques des aphasiques: Insuffisance d'un modèle statique d'analyse. *La Linguistique*, 18(2).
- Nespoulous, J.-L., Lecours, A. R., & Joannette, Y. (1983). La dichotomie phonétique/phonologique a-t-elle une valeur nosologique? In P. Messerli, P. M. Lavorel, & J.-L. Nespoulous (Eds.), *Neuropsychologie de l'expression orale* (pp. 71 – 91). Paris: Editions du C.N.R.S.
- Nespoulous, J.-L., Lecours, A. R., Lafond, D., Lemay, A., Puel, M., Joannette, Y., ... Rascol, A. (1992). *Protocole Montréal-Toulouse d'examen linguistique de l'aphasie (MT 86)*. Isbergues, France: Ortho Edition.
- Nespoulous, J.-L., & Virbel, J. (2004a). Handicap langagier et recherches cognitives : apports mutuels (I). *Revue PArôle*, 29/30.
- Nespoulous, J.-L., & Virbel, J. (2004b). Handicap langagier et recherches cognitives : apports mutuels (II). *Revue PArôle*, 31/32.
- Nespoulous, J.-L., & Virbel, J. (2007). From the study of language disfunctions and handicap to a better understanding of linguistic processing in normality. In M. J. Ball & J. Damico (Eds.), *Clinical Aphasiology: Future Directions: A Festschrift for Chris Code* (pp. 107–124). Hove, UK: Psychology Press.
- Nickels, L. (1997). *Spoken word production and its breakdown in aphasia*. Hove, UK: Psychology Press.
- Nickels, L. (2002a). *The rehabilitation of spoken word production in aphasia*. Hove, UK: Psychology Press.
- Nickels, L. (2002b). Theoretical and methodological issues in the cognitive neuropsychology of

- spoken word production. *Aphasiology*, 16(1-2), 3–19. doi:10.1080/02687040143000645
- Nickels, L., & Howard, D. (1995). Phonological errors in aphasic naming: Comprehension, monitoring and lexicality. *Cortex*, 31, 209–231.
- Nickels, L., & Howard, D. (1999). Effects of lexical stress on aphasic word production. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 13, 269–294.
- Nickels, L., & Howard, D. (2004). Dissociating Effects of Number of Phonemes, Number of Syllables, and Syllabic Complexity on Word Production in Aphasia: It's the Number of Phonemes that Counts. *Cognitive Neuropsychology*, 21, 57–78. doi:10.1080/02643290442000221
- Nickels, L., & Howard, D. (2011). On the use of different methodologies in cognitive neuropsychology: Drink deep and from several sources. *Cognitive Neuropsychology*, 28(7), 475–485.
- Núñez Cedeño, R., Colina, S., & Bradley, T. G. (2011). *Fonología generativa contemporánea de la lengua española* (2a ed.). Washington DC: Georgetown University Press.
- Ogar, J., Slama, H., Dronkers, N., Amici, S., & Gorno-Tempini, M. L. (2005). Apraxia of speech: an overview. *Neurocase*, 11(6), 427–432.
- Ohala, J. J. (1990). There is no interface between phonology and phonetics: a personal view. *Journal of Phonetics*, 18, 153–171.
- Ohala, J. J. (2005). The marriage of phonetics and phonology. *Acoustical Science and Technology*, 26(5), 418–422. doi:10.1250/ast.26.418
- Ohala, J. J. (2010). The Relation between Phonetics and Phonology. In *The Handbook of Phonetic Sciences: Second Edition* (pp. 653–677). doi:10.1002/9781444317251.ch17
- Oldfield, R., & Wingfield, A. (1965). Response latencies in naming objects. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 17, 273–281.
- OMS. (1988). La classification internationale des handicaps: déficiences, incapacités et désavantages. Paris: CTNERHI - INSERM.
- OMS. (2001). Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF).
- Oomen, C. C., Postma, A., & Kolk, H. H. (2001). Prearticulatory and postarticulatory self-monitoring in Broca's aphasia. *Cortex*, 37, 627–641. doi:10.1016/S0010-9452(08)70610-5
- Oomen, C. C., Postma, A., & Kolk, H. H. (2005). Speech monitoring in aphasia: Error detection and repair behaviour in a patient with Broca's aphasia. In *Phonological encoding and monitoring in normal and pathological speech* (pp. 209–225).
- Orden, G. C. Van, Pennington, B. F., & Stone, G. O. (2001). What do double dissociations prove? *Cognitive Science*, 25, 111–172. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0364021300000367>
- Ortega-Llebaria, M. (2004). Interplay between phonetic and inventory constraints in the degree of spirantization of voiced stops: Comparing intervocalic /b/ and intervocalic /g/ in Spanish and English. In T. Face (Ed.), *Laboratory Approaches to Spanish Phonology* (pp. 237–255). Mouton

de Gruyter.

- Panksepp, J., & Panksepp, J. B. (2000). The seven sins of evolutionary psychology. *Evolution and Cognition*, 6, 108–131.
- Paradis, C., & Prunet, J.-F. (1989). On coronal transparency. *Phonology*, 6(2), 317–348.
- Pate, D. S., Saffran, E. M., & Martin, N. (1987). Specifying the nature of the production impairment in a conduction aphasic: A case study. *Language and Cognitive Processes*, 2, 43–84.
- Peña Casanova, J. (1991). *Normalidad, semiología y patología neuropsicológicas. Programa Integrado de Exploración Neuropsicológica. Test Barcelona*. Barcelona: Masson.
- Peña Casanova, J. (1993). Problemas planteados por la “medición” del lenguaje en las afasias. *Revista de Logopedia, Foniatría Y Audiología*, 13(4), 191–200.
- Peña Casanova, J. (2001). Arquitecturas funcionales cerebrales: del clasicismo a la actualidad. *Quark*, 21, 45–52.
- Peña Casanova, J. (2005). *Normalidad, semiología y patología neuropsicológicas. Programa Integrado de Exploración Neuropsicológica. Test Barcelona Revisado* (2a ed.). Barcelona: Masson.
- Perkins, M. R. (2011). Clinical linguistics: Its past, present and future. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 25(11-12), 922–927.
- Pluymaekers, M., Ernestus, M., & Baayen, R. H. (2005). Lexical frequency and acoustic reduction in spoken Dutch. *Journal of the Acoustical Society of America*, 118, 2561–2569.
- Poch, M. D. (1984). Datos acústicos para la caracterización de las oclusivas sordas del español. *Folia Phonetica*, 1, 89–106.
- Poch, M. D. (1985). Caractérisation acoustique des occlusives de l'espagnol: le problème du VOT. *Revue de Phonétique Appliquée*, 77, 477–490.
- Poch, M. D. (1987). Acoustic Correlates for Place of Articulation in Stop Consonants in Spanish. In *Proceedings of the Eleventh International Congress of Phonetic Sciences* (pp. 48–51). Tallin, Estonia, URSS: Academy of Sciences of the Estonian S.S.R., Institute of Language and Literature.
- Popper, K. (1963). Science as Falsification. *Conjectures and Refutations, Readings in the Philosophy of Science*, 33–39.
- Postma, A., & Oomen, C. C. E. (2005). Critical issues in speech monitoring. In *Phonological encoding and monitoring in normal and pathological speech*. (pp. 157–166).
- Pouplier, M. (2005). Articulatory perspectives on errors. Workshop State of the Art in Speech Error Research. In *Proceedings of the Linguistic Society of America Summer Institute. MIT Working Papers in Linguistics* (pp. 115–132). MIT, Harvard.
- Pouplier, M., & Hardcastle, J. W. (2005). A re-evaluation of the nature of speech errors in normal and disordered speakers. *Phonetics*, 62, 227 – 243.
- Pouplier, M., Marin, S., & Wautl, S. (2014). Voice Onset Time in Consonant Cluster Errors: Can Phonetic Accommodation Differentiate Cognitive From Motor Errors? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57, 1577–1588.

- Prieto, P. (2014). La fonología. In *Fonología generativa contemporánea de la lengua española* (pp. 1–25).
- Prince, A., & Smolensky, P. (1993). *Optimality Theory: Constraint Interaction in Generative Grammar*. Piscataway, New-Jersey.
- Puel, M., Nespoulous, J.-L., Bonafé, A., & Rascol, A. (1980). Etude neuro-linguistique d'un cas d'anarthrie pure. *Grammatica*, 7(1), 239–292.
- Quilis, A. (1981). *Fonética acústica de la lengua española*. Madrid: Gredos.
- Quilis, A. (1993). *Tratado de fonología y fonética españolas*. Madrid: Gredos.
- R Development Core Team. (2008). R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria. Retrieved from <http://www.r-project.org>
- Rapp, B., Buchwald, A., & Goldrick, M. (2014). Integrating accounts of speech production: the devil is in the representational details. *Language and Cognitive Processes*, 29(1), 24 – 27. doi:10.1080/01690965.2013.848991
- Rapp, B., & Goldrick, M. Discreteness and interactivity in spoken word production., 107 *Psychological review* 460–499 (2000). doi:10.1037/0033-295X.107.3.460
- Riera, M., Ríos, A., de la Mota, C., Carbó, C., & Machuca, M. (2001). Acento secundario y complejidad morfológica. In *Actas del II Congreso de Fonética Experimental. Sevilla 5, 6 y 7 de marzo de 2001 Laboratorio de Fonética, Facultad de Filología* (pp. 307–312).
- Roelofs, A. (1997). The WEAVER model of word-form encoding in speech production. *Cognition*, 64, 249–284. doi:10.1016/S0010-0277(97)00027-9
- Roelofs, A. (2002). Storage and Computation in Spoken Word Production. *Studies in Theoretical Psycholinguistics V*, 30, 183–216.
- Roelofs, A., Meyer, A., & Levelt, W. (1998). A case for the lemma/lexeme distinction in models of speaking: Comment on Caramazza and Miozzo (1997). *Cognition*, 69, 219–230. Retrieved from http://pubman.mpdl.mpg.de/pubman/item/escidoc:102478:5/component/escidoc:102477/Roelofs_A_Case_For_The_Lemma_Lexeme_Cognition_1998.pdf
- Romani, C., & Calabrese, A. (1998). Syllabic Constraints in the Phonological Errors of an Aphasic patient. *Brain and Language*, 64, 83 – 121.
- Romani, C., & Galluzzi, C. (2005). Effects of syllabic complexity in predicting accuracy of repetition and direction of errors in patients with articulatory and phonological difficulties. *Cognitive Neuropsychology*, 22(7), 817–850.
- Romani, C., Galluzzi, C., Bureca, I., & Olson, A. (2011). Effects of syllable structure in aphasic errors: Implications for a new model of speech production. *Cognitive Psychology*, 62, 151–192.
- Romani, C., Olson, A., & Galluzzi, C. (2011). Phonological-lexical activation: A lexical component or an output buffer? Evidence from aphasic errors. *Cortex*, 47, 217–235.
- Romani, C., Olson, A., Semenza, C., & Granà, A. (2002). Patterns of phonological errors as a function of a phonological versus an articulatory locus of impairment. *Cortex*, 38(4), 541–567.
- Romani, C., Olson, A., Ward, J., & Ercolani, M. G. (2002). Formal lexical paraphasias in a single

- case study: How “masterpiece” becomes “misterpieman” and “curiosity” “suretoy.” *Brain and Language*, 83, 300–334.
- Romero, J., & Fernández Planas, A. M. (1995). La invariación acústica en las fricativas del castellano. Estudio perceptivo. *Estudios de Fonética Experimental*, 7, 133–160.
- Roux, S., & Bonin, P. (2011). Comment l’information circule t-elle d’un niveau de traitement à l’autre lors de l’accès lexical en production verbale de mots ? Eléments de synthèse. *L’Année Psychologique*, 109(2), 271–295.
- Roy, A. (2012). A theory of the brain: localist representation is used widely in the brain. *Frontiers in Psychology*, 551.
- Ryalls, J. (1981). Motor aphasia: acoustic correlates of phonetic desintegration in vowels. *Neuropsychologia*, 19, 365–374.
- Ryalls, J. (1986). An acoustic study of vowel production in aphasia. *Brain and Language*, 29, 48–67.
- Ryalls, J., & Behrens, S. (2000). *Introduction to Speech Science: From Basic Theories to Clinical Applications*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon, A Pearson Education Company.
- Saffran, E. M., & Marin, O. (1975). Immediate memory of word lists and sentences in patient with auditory short-term memory. *Brain and Language*, 2, 420–433.
- Sahraoui, H. (2009). *Contribution à l’étude des stratégies compensatoires dans l’agrammatisme. Approche neuropsycholinguistique de la performance de six locuteurs agrammatiques en production orale : caractérisation quantitative et fonctionnelle des variabilités*. University of Toulouse II-Le Mirail.
- Sahraoui, H., & Nespoulous, J.-L. (2012). Across-task variability in agrammatic performance. *Aphasiology*. doi:10.1080/02687038.2011.650625
- Saltzman, E., & Kelso, J. A. S. (1987). Skilled actions: A task dynamic approach. *Psychological Review*, 94, 84–106.
- Scarborough, R. A. (2004). *Coarticulation and the structure of the lexicon*. University of California in Los Angeles (UCLA).
- Schwartz, M. F., Saffran, E. M., Bloch, D. E., & Dell, G. (1994). Disordered speech production in aphasic and normal speakers. *Brain and Language*, 47, 52–88.
- Segui, J., & Grainger, J. (1990). Priming word recognition with orthographic neighbors: Effects of relative prime-target frequency. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16(1), 65–76.
- Seidenberg, M. S., & McClelland, J. L. (1989). A Distributed, Developmental Model of Word Recognition and Naming. *Psychological Review*, 96(4), 523–568.
- Seron, X., Jeannerod, M., & Baron, J.-C. (1998). *Neuropsychologie humaine*. Liège: P. Mardaga. Retrieved from http://catalogue.uab.cat/record=b1488339~S1*cat
- Shallice, T. (1988). *From neuropsychology to mental structure*. New York: NY: Cambridge University Press.
- Shallice, T., & Butterworth, B. (1977). Short term memory impairment and spontaneous speech. *Neuropsychologia*, 15, 729–735.

- Shallice, T., Rumiati, L. I., & Zadini, A. (2000). The selective impairment of the phonological output buffer. *Cognitive Neuropsychology*, *17*, 517–546.
- Shallice, T., & Warrington, E. K. (1970). Independent functioning of verbal memory stores: a neuropsychological study. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *22*, 261–273. doi:10.1080/00335557043000203
- Shallice, T., & Warrington, E. K. (1977a). Auditory-verbal short-term memory impairment and conduction aphasia. *Brain and Language*, *4*, 479–491.
- Shallice, T., & Warrington, E. K. (1977b). Disorders of phonological encoding. *Cognition*, *42*, 261–286.
- Shattuck-Hufnagel, S. (1979). Speech errors as evidence for serial-ordering mechanism in sentence production. In W. E. Cooper & C. T. Walker (Eds.), *Sentence processing: Psycholinguistic studies Presented to Merrill Garrett* (pp. 295 – 342). New York: Halsted Press.
- Shattuck-Hufnagel, S. (1983). Sublexical units and suprasegmental structure in speech production planning. In MacNeilage P F (Ed.), *The production of speech* (pp. 109 – 136). New York: Springer.
- Shattuck-Hufnagel, S. (1987). The role of word onset consonants in speech production planning: New evidence from speech error patterns. In E. Keller & M. Gopnik (Eds.), *Motor and sensory processing in language* (pp. 17 – 51). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Shattuck-Hufnagel, S. (1992). The role of word structure in segmental and serial ordering. *Cognition*, *42*, 213–159.
- Shinn, P., & Blumstein, S. E. (1983). Phonetic disintegration in aphasia: acoustic analysis of spectral characteristics for place of articulation. *Brain and Language*, *20*, 90–114.
- Sock, R., & Benoit, C. (1986). VOT et VTT en français. In *15èmes Journées d'Etude sur la Parole du Groupe Communication Parlée* (pp. 307–310).
- Soler, A., & Romero, J. (1999). The role of duration in stop lenition in Spanish. In *Proceedings of the XIVth ICPHS*.
- Sosa, A. V., & Bybee, J. (2008). A cognitive approach to clinical psychology. In M. Ball, M. Perkins, N. Muller, & S. Howard (Eds.), *Handbook of Clinical Linguistics* (pp. 480 – 490). Oxford: Blackwell Publishing.
- Stemberger, J. P., & Stoel-Gammon, C. (1991). The underspecification of coronals: evidence from language acquisition and performance errors. In C. Paradis & J.-F. Prunet (Eds.), *Phonetics and phonology Volume 2: The special status of coronals. Internal and external evidence* (pp. 181–200). San Diego: Academic Press.
- Steriade, D. (1987). Redundant values. In A. Bosch, B. Need, & E. Schiller (Eds.), *Proceedings of the Chicago Linguistic Society* (pp. 339–362). Chicago: Chicago Linguistic Society.
- Strub, R. L., & Gardner, H. (1974). The repetition deficit in conduction aphasia: Mnestic or linguistic? *Brain and Language*, *1*, 241–255.
- Sussman, H., Marquardt, T., Hutchinson, J., & MacNeilage, P. F. (1986). Compensatory articulation in Broca's aphasia. *Brain and Language*, *27*, 56–74.

- Tesak, J., & Code, C. (2008). *Milestones in the history of aphasia: Theories and protagonists*. London: Psychology Press.
- Thomas, M. S. C., & McClelland, J. L. (2008). Connectionist models of cognition. In R. Sun (Ed.), *Cambridge handbook of computational psychology* (pp. 23–58). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Torreblanca, M. (1976). La sonorización de las oclusivas sordas en el habla toledana. *Boletín De La Real Academia Española*, 56, 117–145.
- Trubetzkoy, N. S. (1949). *Principes de phonologie*. Paris : Klincksieck.
- Tuller, B. (1984). On categorizing aphasic speech errors. *Neuropsychologia*, 22(5), 547 – 557.
- Tuller, B., & Kelso, J. A. S. (1984). The timing of articulatory gestures: evidence for relational invariants. *Journal of the Acoustical Society of America*, 76(4), 1030–1036.
- Valdois, S., Joannette, Y., & Nespoulous, J.-L. (1989). Intrinsic organization of sequences of phonemic approximations: A preliminary study. *Aphasiology*. doi:10.1080/02687038908248976
- Valdois, S., & Nespoulous, J.-L. (1998). Perturbation du traitement phonologique et phonétique du langage. In X. Séron & M. Jeannerod (Eds.), *Traité de Neuropsychologie Humaine* (Mardaga., pp. 360–374). Liège.
- Varley, R. A., & Whiteside, S. P. (1998). A reconceptualisation of apraxia of speech: a synthesis of evidence. *Cortex*, 34, 221–231.
- Varley, R. A., & Whiteside, S. P. (2001). What is the underlying impairment in acquired apraxia of speech. *Aphasiology*, 15, 39–49.
- Varley, R. A., Whiteside, S. P., Windsor, F., & Fisher, H. (2006). Moving up from the segment: A comment on Aichert's and Ziegler's Syllable frequency and syllable structure in apraxia of speech *Brain and Language*, 88, 148 - 159, 2004. *Brain and Language*, 96, 235 – 239.
- Viader, F. (2015). La classification des aphasies : un bref historique. *Revue de Neuropsychologie*, 7(1), 5–14.
- Vijayan, A., & Gandour, J. (1995). On the notion of a “subtle phonetic deficit” in fluent/posterior aphasia. *Brain and Language*, 48(2), 106–119.
- Viladot, M. À. (1981). Annex 1: Qüestionari d'activitat verbal. In *El bilingüisme a Catalunya. Investigació i psicologia* (pp. 121–126). Barcelona: Laia.
- Vitevitch, M. S. (2002). The influence of phonological similarity neighborhoods on speech production. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28(4), 735–747.
- Vitevitch, M. S., & Stamer, M. K. (2006). The curious case of competition in Spanish speech production. *Language and Cognitive Processes*, 21, 760–770.
- Warnes, G. R. (2013). gmodels: Various R programming tools for model fitting. Retrieved from <http://cran.r-project.org/package=gmodels>
- Warrington, E. K., & Shallice, T. (1969). The selective impairment of auditory short-term memory. *Brain*, 92, 885–896.

- Weisenburg, T., & McBride, K. E. (1935). *Aphasia*. New York: Commonwealth Foundation.
- Wernicke, C. (1874). *The Symptom Complex of Aphasia. A Psychological Study on an Anatomical Basis* (Republishe.). The Hague: Mouton.
- Wheeldon, L. R. (1994). Do speakers have syllabary?, *50*, 239–269.
- Wickelgren, W. A. (1969). Context-sensitive coding, associative memory, and serial order in (speech) behavior. *Psychological Review*, *76*(1), 1–15.
- Wilshire, C. E. (2002). Where do aphasic errors come from? Evidence from phoneme movement errors in picture naming. *Aphasiology*, *16*(1/2), 169 – 197.
- Wilshire, C. E. (2008). Cognitive neuropsychological approaches to word production in aphasia: Beyond boxes and arrows. *Aphasiology*, *22*(10), 1019–1053. doi:10.1080/02687030701536016
- Wright, R. A. (2004). Factors of lexical competition in vowel articulation. In J. J. Local, R. Ogden, & R. Temple (Eds.), *Laboratory Phonology vol.6* (pp. 26–50). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Ziegler, W. (2002). Psycholinguistic and motor theories of apraxia of speech. *Seminars in Speech and Language*, *23*, 231–243. doi:10.1055/s-2002-35798
- Ziegler, W. (2009). Modelling the architecture of phonetic plans: Evidence from apraxia of speech. *Language and Cognitive Processes*, *24*, 631–661.
- Ziegler, W., Aichert, I., & Staiger, A. (2012). Apraxia of speech: concepts and controversies. *J. Speech Lang. Hear. Res.*, *55*(5), 1485–1501.
- Ziegler, W., Thelen, A. K., Staiger, A., & Liepold, M. (2008). The domain of phonetic encoding in apraxia of speech: Which sub-lexical units count? *Aphasiology*, *22*(11), 1230–1247.
- Ziegler, W., & van Cramon, D. (1985). Anticipatory coarticulation in a patient with apraxia of speech. *Brain and Language*, *26*, 117–130.
- Ziegler, W., & van Cramon, D. (1986). Disturbed coarticulation in apraxia of speech: acoustic evidence. *Brain and Language*, *29*(1), 34–47.
- Zipf, G. K. (1935). *The psycho-biology of language*. Boston: Houghton-Mifflin Co.

ANNEXES

Liste des stimuli

Matrices de confusion par patients aphasiques

TABLEAU I : Occlusives sourdes et sonores cible en position non accentuée

Consonne cible	Contexte	Mots	Consonne cible	Contexte	Mots	Consonne cible	Contexte	Mots
Occlusives sourdes								
p	C-V	despachar	t	C-V	cactus	k	C-V	frasco
	#-IV	platito		#-rV	tratado		#-IV	clavel
	#-IV	placer		#-rV	trabajo		#-IV	clasista
	#-IV	platina		#-rV	trazado		#-IV	clavar
	#-rV	pradera		#-V	tapar		#-rV	crapuloso
	#-rV	practicante		#-V	tabaco		#-rV	craquear
	#-rV	practica		#-V	tasar		#-rV	craneal
	#-V	pagar		C-V	pacto		#-V	cazar
	#-V	pasar		C-V	jacta		#-V	capaz
	#-V	pajar		V-V	chata		C-V	tasca
	C-V	zarpa		V-V	gata		C-V	nazca
	V-C	raptar		V-V	patas		V-C	fractura
	V-C	captar					V-C	practicante
	V-C	adaptar					V-C	practica
	V-V	chapa					V-V	práctica
	V-V	tapa					V-V	placa
							V-V	jaca
Occlusives sonores								
b	#-IV	blanducha	d	#-rV	drogar	g	#-IV	glaciar
	#-IV	blanquita		#-rV	dramático		#-IV	global
	#-rV	brasero		#-rV	dragón		#-IV	glotón
	#-rV	Brasil		#-V	danzar		#-rV	gradual
	#-rV	brazalete		#-V	damasco		#-rV	gracioso
	#-V	bajar		#-V	Daniel		#-rV	grasiento
	#-V	basar		C-V	absurdo		#-V	garrafa
	C-V	resbalar		C-V	blando		#-V	gazpacho
	C-V	desbocar		C-V	respaldo		#-V	gastar
	C-V	desvariar		V-C	admirar		C-V	hallazgo
	V-C	abdicar		V-C	administrar		C-V	musgo
	V-V	cava		V-C	admitir		C-V	rasgo
	V-V	baba		V-V	fabada		V-C	Magdalena
	V-V	sábado		V-V	salada		V-C	magnitud
				V-V	fachada		V-C	magnesio
							V-V	saga
							V-V	daga
				V-V	braga			

TABLEAU: Occlusives sourdes cible en position accentuée

Consonne cible	Contexte	Mots	Consonne cible	Contexte	Mots	Consonne cible	Contexte	Mots
Occlusives sourdes								
p	V-V	papilla	t	#-rV	trato	k	#-V	kilo
	#-IV	placa		#-rV	tráfico		#-IV	clavo
	#-IV	plaza		#-rV	trapo		#-IV	clásico
	#-IV	plátano		#-V	taxi		#-IV	clase
	#-rV	práctica		#-V	tasca		#-rV	cráneo
	#-rV	praxis		#-V	tapa		#-rV	crápula
	#-rV	práctico		#-V	tila		#-rV	chromo
	#-V	piso		#-V	timo		#-V	cava
	#-V	papa		#-V	tiro		#-V	quita
	#-V	pista		C-V	raptar		#-V	caza
	#-V	patas		C-V	captar		#-V	queso
	#-V	paja		C-V	gastar		#-V	capta
	#-V	pila		C-V	castillo		C-V	rascar
	C-V	respira		C-V	pestillo		C-V	cascar
	C-V	suspira		C-V	practica		C-V	mezquita
	C-V	disparo		V-V	tratado		C-V	casquillo
	C-V	gazpacho		V-V	platito		C-V	bizcocho
	C-V	espina		V-V	glotón		C-V	blanquita
	C-V	zarpar		V-V	platina		V-C	cactus
	V-C	rapta		V-V	fatal		V-C	pacto
	V-C	adapta					V-C	jacta
	V-C	capta					V-V	fracaso
	V-V	zapato					V-V	desbocar
	V-V	tapar					V-V	abdicar
	V-V	tapiz					V-V	poquito
	V-V	capilla					V-V	saquito
	V-V	capaz					V-V	Pequín

TABLEAU: Occlusives sonores cible en position accentuée

Consonne cible	Contexte	Mots	Consonne cible	Contexte	Mots	Consonne cible	Contexte	Mots
Occlusives sonores								
b	#-IV	blando	d	#-rV	drama	g	#-IV	glándula
	#-IV	blanco		#-rV	drago		#-IV	globo
	#-IV	bloque		#-rV	Droga		#-IV	gloria
	#-rV	bravo		#-V	dato		#-rV	graso
	#-rV	braga		#-V	dátil		#-rV	gracias
	#-V	boj		#-V	daga		#-V	gata
	#-V	baza		C-V	abdomen		#-V	gasa
	#-V	baba		C-V	blanducha		#-V	gafas
	C-V	resbala		V-#	salud		C-V	sesgar
	C-V	desboca		V-#	magnitud		C-V	arriesgar
	V-V	fabada		V-#	cantad		C-V	rasgar
	V-V	chaval		V-V	sedal		V-C	magma
	V-V	trabajo		V-V	quedar		V-C	magno
				V-V	nadar		V-C	Magda
							V-V	drogar
							V-V	pagar
							V-V	dragón

TABLEAU: Fricatives cible en position non-accentuée

Consonne cible	Contexte	Mots	Consonne cible	Contexte	Mots	Consonne cible	Contexte	Mots	Consonne cible	Contexte	Mots
f	C-V	desfasado	s	#-V	salada	θ	#-V	Zamora	x	#-V	jabón
	#-IV	flamenco		#-V	safari		#-V	zapato		#-V	jalea
	#-IV	flagrante		#-V	saquito		#-V	zarpar		#-V	jactar
	#-IV	flacucho		C-V	saxo		C-V	venza		C-V	zanja
	#-rV	fracaso		C-V	absoluto		C-V	zarza		C-V	lonja
	#-rV	fractura		V-#	cactus		C-V	lanza		C-V	verja
	#-rV	francés		V-#	patas		V-C	Aznar		V-V	trabajo
	#-V	fachada		V-#	gafas		V-C	gazpacho		V-V	paja
	#-V	fatal		V-C	rascar		V-C	azteca		V-V	faja
	C-V	desfalcar		V-C	gastar		V-V	baza			
	C-V	desfavorable		V-C	castillo		V-V	plaza			
	V-V	garrafa		V-V	fracaso		V-V	caza			
	V-V	gafas		V-V	gasa						
	V-V	Rafa		V-V	graso						

TABLEAU: Fricatives en position accentuée

Consonne cible	Contexte	Mots	Consonne cible	Contexte	Mots	Consonne cible	Contexte	Mots	Consonne cible	Contexte	Mots
f	#-IV	flama	s	#-V	saga	θ	#-V	zanja	x	#-V	jacta
	#-IV	flato		#-V	saxo		#-V	zarpa		#-V	jaca
	#-IV	flaco		#-V	sábado		#-V	zarza		#-V	jarra
	#-rV	frasco		C-V	absurdo		C-V	danzar		C-V	zanjar
	#-rV	franco		C-V	Repsol		C-V	engarzar		C-V	manjar
	#-rV	frase		C-V	rapsoda		V-#	faz		C-V	forjar
	#-V	fábrica		V-#	Tomás		V-#	Rapaz		V-#	boj
	#-V	faz		V-#	compás		V-#	capaz		V-#	carcaj
	#-V	faja		V-#	Demás		V-C	hallazgo		V-#	reloj
	C-V	desfase		V-C	frasco		V-C	liderazgo		V-V	bajar
	C-V	desfalco		V-C	tasca		V-C	nazca		V-V	hojal
	C-V	desfogue		V-C	damasco		V-V	cazar		V-V	pajar
	V-C	afta*		V-V	pasar		V-V	trazado			
	V-C	rafting*		V-V	basar		V-V	bazar			
	V-V	garrafal		V-V	tasar						
V-V	safari										

TABLEAU: Affriquée en position accentuée et non accentuée

	Contexte	Mots	Accent
tʃ	#-V	chaval	non
	#-V	chapuza	non
	#-V	chaqueta	non
	#-V	chapa	oui
	#-V	chata	oui
	V-V	gazpacho	non
	V-V	flacucho	non
	V-V	bizcocho	non
	V-V	cacharro	oui
	V-V	fachada	oui
	V-V	rechazo	oui

