



HAL
open science

**RENFORCEMENTS ET REDUCTIONS
SEGMENTALES : INFLUENCE DE LA STRUCTURE
PROSODIQUE, DE LA PHONOLOGIE, ET DES
CONTRAINTES MOTRICES EN PAROLE
PATHOLOGIQUE**

Cécile Fougeron

► **To cite this version:**

Cécile Fougeron. RENFORCEMENTS ET REDUCTIONS SEGMENTALES : INFLUENCE DE LA STRUCTURE PROSODIQUE, DE LA PHONOLOGIE, ET DES CONTRAINTES MOTRICES EN PAROLE PATHOLOGIQUE. Sciences de l'Homme et Société. Université Lumière - Lyon 2, 2013. tel-02926100

HAL Id: tel-02926100

<https://hal.science/tel-02926100v1>

Submitted on 31 Aug 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**RENFORCEMENTS ET REDUCTIONS SEGMENTALES : INFLUENCE DE LA
STRUCTURE PROSODIQUE, DE LA PHONOLOGIE, ET DES CONTRAINTES
MOTRICES EN PAROLE PATHOLOGIQUE.**

Dossier présenté pour l'obtention d'une
Habilitation à Diriger des Recherches

Par
Cécile Fougeron

Chargée de Recherche au C.N.R.S.
Laboratoire de Phonétique et Phonologie – UMR 7018

Soutenu le 2 décembre 2013 devant :

Noël NGUYEN, Professeur, Aix-Marseille Université, Laboratoire Parole et Langage UMR 7309, Aix-en-Provence – premier rapporteur

François PELLEGRINO, Directeur de Recherche, CNRS, Laboratoire Dynamique du Langage, UMR 5596, Lyon - tuteur

Elsa SPINELLI, Professeur, Université Pierre Mendès-France, Laboratoire de Psychologie et Neurocognition UMR 5105, Grenoble - rapporteur

Jacqueline VAISSIERE, Professeur, Université Paris 3-Sorbonne Nouvelle, Laboratoire de Phonétique et de Phonologie, UMR 7018, Paris - examinateur

Wolfram ZIEGLER, Professeur, Ludwig-Maximilians-University Munich, Clinical Neuropsychology Research Group, Munich - rapporteur

A Eléni,

DOCUMENT DE SYNTHÈSE

TABLE DES MATIÈRES :

| | |
|--|-----|
| AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS | 7 |
| I- ACTIVITES D'ENSEIGNEMENT ET RESPONSABILITES PEDAGOGIQUES | 9 |
| A. Formation à l'École d'Orthophonie de Paris..... | 9 |
| B. Master de sciences cognitive EHESS/ENS/ENS Cachan | 9 |
| C. Université de Genève (département de linguistique et FPSE) | 10 |
| D. Université Paris 3-Sorbonne Nouvelle/ILPGA | 10 |
| E. Séminaires ponctuels et formations spécialisées | 11 |
| F. Développement de matériels didactiques informatisés :..... | 11 |
| II- ENCADREMENT D'ETUDIANTS..... | 12 |
| Encadrement de thèses :..... | 12 |
| Encadrement de mémoires de recherche 2ème cycle et de Master 2 : | 12 |
| Encadrement de mémoires pour le certificat de capacité d'orthophonie :..... | 13 |
| Membre de jury (DES et thèses)..... | 14 |
| III- SYNTHÈSE DES TRAVAUX DEPUIS LA THESE | 15 |
| Introduction aux problématiques de recherche :..... | 15 |
| Chapitre I. Marquage phonétique de frontière et de cohésion au sein des unités de groupement dans la parole..... | 18 |
| A. La structure prosodique du français – le modèle 'Jun & Fougeron' | 20 |
| B. Variations articulatoires aux frontières de constituants prosodiques..... | 33 |
| C. Frontières lexicales et syllabation : études sur l'enchaînement et la liaison en français | 48 |
| D. Corrélats phonétiques de l'organisation syllabique – travaux sur le berbère tachlhit | 56 |
| Chapitre II. Phénomènes de réduction segmentale : élision phonologique, réduction phonétique en parole continue et réduction en parole pathologique..... | 63 |
| A. Réduction phonologique et réduction phonétique d'une voyelle particulière en français: le schwa | 64 |
| B. Réductions segmentales en parole pathologique | 70 |
| IV- PROJETS DE RECHERCHE : VARIATIONS EN PAROLE NORMALE ET EN PAROLE PATHOLOGIQUE : INTERACTION DE CONTRAINTES MOTRICES ET LINGUISTIQUES. | 84 |
| A. Types et sites de variation, influence des contraintes prosodiques | 85 |
| B. Contraintes motrices et complexité articulatoire..... | 87 |
| V. REFERENCES CITEES | 90 |
| ANNEXES..... | 96 |
| ANNEXE I : CURRICULUM VITAE..... | 97 |
| A. PARCOURS ACADEMIQUE | 97 |
| B. FINANCEMENTS, BOURSES, ET DISTINCTIONS : | 98 |
| C. ANIMATION SCIENTIFIQUE :..... | 99 |
| C.1. MEMBRE ACTIF D'ASSOCIATIONS SCIENTIFIQUES | 99 |
| C.2. ORGANISATION DE COLLOQUES ET DE CONFERENCES : | 99 |
| C.3. VULGARISATION DE LA RECHERCHE | 100 |
| D. ACTIVITES EDITORIALES ET RESPONSABILITES PEDAGOGIQUES | 100 |
| ANNEXE II : LISTE DES PUBLICATIONS (AU 01/07/2013) | 102 |
| ANNEXE III : RAPPORT DE THESE ET DIPLOME DE THESE | 112 |

AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS

Ce document présente une synthèse de mes activités depuis la thèse. Je présenterai en premier mes activités d'enseignement, mes responsabilités pédagogiques et d'encadrement d'étudiants¹, avant de passer à une synthèse de mes recherches et une présentation de mes futurs projets.

Je remercie tous les membres de mon jury et en particulier François Pellegrino et Noël Nguyen pour leur soutien.

Les recherches que je présente dans ce document sont le fruit de multiples collaborations. Je tiens à exprimer ici ma gratitude à l'ensemble de mes collègues qui m'ont menée à travailler sur des thématiques diverses toutes autant passionnantes les unes que les autres :

- la prosodie d'abord avec Sun-Ah Jun (ma jumelle d'orient) et Elisabeth Delais-Roussarie (toujours présente) ;
- les relations articulatoire-prosodico-renforçantes avec Patricia Keating (mon modèle), Taehong Cho (mon frère coréen), Yohann Meynadier (mon ami complice), et Laurianne Georgeton (ma thésarde favorite) ;
- la syllabe avec Uli Frauenfelder et Alain Content (mes psycholinguistes préférés) et toute l'équipe de Genève (Odile Bagou, Marina Laganaro, Jean-Philippe Goldman, Elisabeth, Virginie, Jocelyne, Bruno, Roberto, sans qui mon séjour helvète n'aurait pas été aussi bon), et Rachid Ridouane (mon phonologue préféré) ;
- le schwa avec Audrey Bürki (avec qui j'ai adoré travaillé) et Cédric Gendrot (avec qui j'espère travailler longtemps) ;
- enfin toute l'équipe des desphoapadistes avec qui j'ai commencé mes recherches sur la dysarthrie : en particulier Lise Crevier-Buchman (que j'aime sentir à mes côtés), Christine Meunier (ma copine de toujours), Corinne Fredouille (tu es vraiment super), Nicolas Audibert (avec qui j'espère également travailler longtemps), sans oublier Nathalie Lévègue, Claire Pillot-Loiseau, Alain Ghio, Gilles Pouchoulin, Tanja Kocjancic Antolík et Pratrycja Strycharczuk. Je suis également reconnaissante à toutes mes étudiantes d'orthophonie sans qui je n'aurai sûrement jamais travaillé sur la pathologie.

¹ Mon parcours universitaire et mes autres activités (responsabilités scientifiques, contrats de recherches, activités d'animation scientifique) sont présentés dans mon CV détaillé en annexe.

Je souhaite aussi remercier tous les collègues qui m'entourent au Laboratoire de Phonétique et Phonologie. En premier lieu Jacqueline Vaissière qui m'a transmis son virus de la phonétique et dont j'admire le dynamisme ; Gwenaëlle Lo Bue, Angélique Amelot, et Coralie Vincent sans qui le labo ne fonctionnerait pas aussi bien ; et aussi Barbara Kühnert, Martine Adda-Decker, Annie Rialland, Pierre Hallé et tous les étudiants du LPP, sans qui le labo ne serait pas un lieu de vie et de recherche aussi sympathique.

Enfin, je remercie Vassilis dont le courage et la détermination déteignent sur moi.

Merci à mes parents pour leur confiance et leur soutien.

L'essentiel des recherches que je présente ici ont été réalisées depuis la naissance de ma fille, Eléni, à qui je dédie ce document. Ta gentillesse et ta droiture m'impressionnent. J'espère que tu pourras t'épanouir autant que moi dans ta profession. Vole ma fille, vole.

I- ACTIVITES D'ENSEIGNEMENT ET RESPONSABILITES PEDAGOGIQUES

J'ai été admise sur les listes de qualification aux fonctions de Maître de Conférence (C.N.U., section 07 - Linguistique et phonétique générales) en 1998.

Dans le cadre de mes activités d'enseignement, j'ai eu à dispenser des cours à différents niveaux (1er à 3ème cycle), dans différents cadres (université, école d'orthophonie, en Suisse, en France) et formats (cours magistraux, travaux dirigés, cours bloc, séminaires). Vous trouverez ci-dessous la description de ces activités.

A. Formation à l'Ecole d'Orthophonie de Paris

Depuis 2007, je suis responsable de la formation de phonétique à l'Ecole d'Orthophonie de Paris. La formation s'étale sur deux ans avec le contenu suivant :

La première année est consacrée aux fondamentaux avec une ouverture vers la variation non-pathologique de la parole : mécanisme de production de la parole ; les sons du français et la diversité des utilisations des organes de production dans les langues du monde ; transcription phonétique ; phonétique acoustique (bases) ; représentations, système et règles phonologiques, les constituants phonologiques ; la variation normale (contextuelle ou de parole continue) et ses outils phonétiques et phonologiques de description. La seconde année est un approfondissement des bases avec une ouverture vers la pathologie et la pertinence des outils phonétiques et méthodes phonologique pour sa description : phonétique acoustique (approfondissement, application à de la parole dysarthrique) ; prosodie du français (**); perception de la parole et traitement de la variation (**); sensibilisation à l'écoute de voix et de parole ; méthode d'investigation articulatoire (**) et perceptive de la voix et de la parole.

Outre ma contribution à la conception de cette formation, j'y participe activement en assurant pour la 1ère année les cours magistraux (20h, env. 150 étudiants) (et les travaux dirigés certaines années), et plusieurs cours magistraux de 2ème année (6h, env. 150 étudiants, notés avec ** ci-dessus). Les autres enseignants de cette formation sont Claire Pillot-Loiseau, Lise Crevier-Buchman, Julie Montagu, Nathalie Lévèque et Stéphanie Borel

B. Master de sciences cognitive EHESS/ENS/ENS Cachan

De 2003 à 2007 j'ai été responsable de l'UE « LC1 Parole et forme sonore » du Master de Sciences Cognitives EHESS/ENS/ENS Cachan, regroupant les enseignements suivant : Méthodes Expérimentales en Phonétique et Psycholinguistiques (S. Peperkamp 6h, C. Fougeron

6h), Phonologie (A. Rialland & N. Clements, 12h), Traitement automatique du signal (C. Gendrot, 12h).

C. Université de Genève (département de linguistique et FPSE)

En 2001-2002, j'ai créé avec Antoine Auchlin l'UV43 'Phonétique et Prosodie : Théorie et pratiques instrumentales'. Ce cours était destiné aux étudiants de linguistique et de psycholinguistique.

De 1998 à 2005, je suis intervenue à plusieurs reprises dans les cours Psychologie du Langage (1^{er} cycle) et Psycholinguistique Expérimentale (2^{ème} cycle) de U. Frauenfelder à la Faculté de Psychologie, Université de Genève, Suisse. Ces interventions dans des cours collectifs sont résumées dans le tableau ci-dessous.

| Années | Intitulé-descriptif | formation | volume (annuel) | Niveau | Etablissement |
|---------------------------|--|---|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| 1998- 99-00 | Phonétique acoustique et perceptive | UE Psycholinguistique Expérimentale | 2h CM | 2 ^{ème} cycle | FPSE, U. de Genève |
| 1998- 99-00 | Phonétique articulatoire | UE Psycholinguistique Expérimentale | 2h CM | 2 ^{ème} cycle | FPSE, U. de Genève |
| 2000 | Les outils de la Phonétique | UE Psychologie du Langage | 2h CM | 1 ^{er} cycle | FPSE, U. de Genève |
| 2000 | Les méthodes expérimentales en Psycholinguistique | UE Psychologie du Langage | 2h CM | 1 ^{er} cycle | FPSE, U. de Genève |
| 2003- 04-05 | Phonétique Articulatoire | UE Psycholinguistique Expérimentale | 2h CM | 2 ^{ème} cycle | FPSE, U. de Genève |
| 2004-05 | La phonétique par résolution de problème | UE Psycholinguistique Expérimentale | 2h CM | 2 ^{ème} cycle | FPSE, U. de Genève |
| 2007 à aujourd' hui | Phonétique articulatoire et acoustique, perception de la parole et variation phonétique | UE Ouverture à la Phonétique et la Phonologie | 4h30 CM 4h30 TD | Master 1 | ILPGA, U. Paris 3 |

D. Université Paris 3-Sorbonne Nouvelle/ILPGA

De 2007 à aujourd'hui, je suis responsable du cours d'Ouverture à la Phonétique et la Phonologie (L7S03-L7S13) du Master Sciences du Langage, Univ. Paris 3/Sorbonne Nouvelle. Ce cours est partagé avec Pierre Hallé, Rachid Ridouane et Annie Rialland. Mes cours portaient sur les thèmes

suivants : phonétique articulatoire et acoustique, perception de la parole et variation phonétique, pour un volume de 4h30 CM et 4h30 TD par an (env. 30 étudiants).

E. Séminaires ponctuels et formations spécialisées

2000 - « La perception de la parole : étapes pré-lexical » (cours de 3^{ème} cycle sur l'audition, 2h).

Organisation pluri-facultaire suisse, Anzère 17-21/01/2000.

2003 – « Outils d'analyse phonologique ; méthode d'investigation physiologique ; clés pour la lecture de spectrogramme ». Cours bloc « Phonétique/phonologie », Logopédie, Faculté de Psychologie, Université de Genève, Suisse, 29/03/2003

2005 – « Apprendre à discriminer et transcrire des variantes de parole normale et pathologique » (1h) et « Transformations phonologiques chez l'adulte aphasique : analyse et interprétation et préparation à l'élaboration de pistes thérapeutiques » (1h30) ; interventions dans le cours bloc « Phonétique/phonologie : application logopédiques », Logopédie, Faculté de Psychologie, Université de Genève, Suisse. 10-11/11/2005

2008- Atelier « Acoustique des dysphonies : lecture et interprétation des profils pathologiques » (1h30). Cours Bloc « Voix pathologique », Logopédie, Faculté de Psychologie, Université de Genève, Suisse, 19-20/03/2008

2010 : Introduction à la phonétique et la phonologie, DIU de Phoniatrie (3h)

F. Développement de matériels didactiques informatisés :

1998-1999: *Laboratoire de Psycholinguistique, Faculté de Psychologie, Université de Genève, Suisse*

Développement d'un TP informatisé pour l'apprentissage de la Transcription Phonétique, destiné au 2^{ème} cycle

1999 : Tutorial on Models of Speech Perception, en collaboration avec F. Cutugno (U. Napoli)

Projet financé par ELSNET - LE Training Showcase Project 98/03

1999-2000: *Laboratoire de Psycholinguistique, Faculté de Psychologie, Université de Genève, Suisse*

Développement d'un TP informatisé sur les Paradigmes Expérimentaux utilisés en Psycholinguistique, destiné au 2ème cycle.

II- ENCADREMENT D'ETUDIANTS

Encadrement de thèses :

Soufiane Bengoua (2008-2013) « Variations phonétiques du français chez des locuteurs de 16 à 18 ans dans une zone périurbaine en Algérie ». Thèse de doctorat de l'Université Abd El hamid Ben badis-Mosta (Algérie). Co-direction franco-algérienne avec L. Bouhadiba

Laurianne Georgeton (depuis 2009), « Variation articulatoire des voyelles françaises en fonction de la position prosodique » Thèse de doctorat de l'Univ. Paris3-Sorbonne Nouvelle. Co-direction de thèse avec J. Vaissière

Zeineb Ammar (depuis 2012). Thèse de doctorat de l'Univ. Paris3-Sorbonne Nouvelle. Co-encadrement avec R. Ridouane et J. Vaissière

Marina Robert (depuis 2012). Thèse de doctorat de l'Univ. Paris3-Sorbonne Nouvelle. Co-encadrement avec P. Gatignol

Fanny Ivent (début 2013). Thèse de doctorat de l'Univ. Paris3-Sorbonne Nouvelle. Co-encadrement avec L. Crevier-Buchman

Encadrement de mémoires de recherche 2ème cycle et de Master 2 :

Moix V. & N. Pezio, 1998-2000, « Contribution de l'intonation à la segmentation lexicale en français » *Mémoire de recherche de 2ème cycle*, Laboratoire de Psycholinguistique, Faculté de Psychologie, Université de Genève, Suisse.

Haz L., M. Hensler, N. Schmidt , 1998-2000, « Le système LPC a-t-il été conçu pour résister à des situations de bruit visuel » *Mémoire de recherche de 2ème cycle*, Laboratoire de Psycholinguistique, Faculté de Psychologie, Université de Genève, Suisse.

Nazarova E., 1998-2000, « L'impact du bruit visuel sur l'identification des consonnes et des voyelles codées en LPC » *Mémoire de recherche de 2ème cycle*, Laboratoire de Psycholinguistique, Faculté de Psychologie, Université de Genève, Suisse.

Bodet A. & M. Stach , 1998-2000, « Apport respectif de l'information des lèvres et des mains en LPC » *Mémoire de recherche de 2ème cycle*, Laboratoire de Psycholinguistique, Faculté de Psychologie, Université de Genève, Suisse.

Dard A. , C. Jeager, & L. Guelat, 1999-2001, « Effet du débit et du style de parole sur la réalisation de la liaison et l'élision en français » *Mémoire de recherche de 2ème cycle*, Laboratoire de Psycholinguistique, Faculté de Psychologie, Université de Genève, Suisse.

Bürki Audrey, 2006-2007, « Elision du schwa : quels critères pour la machine, l'homme, les linguistes, quels processus ? » *M2 Phonétique* juin 2007, Univ. Paris3/Sorbonne-Nouvelle, co-direction C. Fougeron, J. Vaissière.

Lévêque Nathalie, 2006-2007, « Etude prosodique du ralentissement de la parole dans les maladies du motoneurone : le cas de la sclérose Latérale Primitive (SLP) », *M2 Phonétique* sept. 2007, Univ. Paris3/Sorbonne-Nouvelle, co-direction C. Fougeron, L. Crevier-Buchman & J. Vaissière.

Acher Audrey 2008-2009, « Etude perceptive et articulatoire de la parole à partir de données échographiques en 2D : étude de deux patients hémiglossectomisés ». *M2 Phonétique* juin 2009, Univ. Paris3/Sorbonne-Nouvelle, co-direction C. Fougeron, L. Crevier-Buchman.

Zeineb Ammar, 2011-2012, « L'arabe standard lu par des locuteurs tunisiens et des locuteurs marocains : Production des voyelles et des fricatives interdentes », *M2 Phonétique* sept. 2012, Univ. Paris3/Sorbonne-Nouvelle, co-direction C. Fougeron, R. Ridouane

Ivent Fanny, 2012-2013, « L'aspiration du /s/ en position coda dans le dialecte d'Andalousie occidentale : analyse acoustico-perceptive autour de l'ambiguïté du message ». *M2 Phonétique* juin 2013, Univ. Paris3/Sorbonne-Nouvelle, direction C. Fougeron

Lafraire David, 2013, *M2 Phonétique*, co-direction C. Fougeron, C. Gendrot

Encadrement de mémoires pour le certificat de capacité d'orthophonie :

Audrey Acher, 2006-2007, « La parole après glossectomie partielle : confrontation de données praxiques, perceptives, acoustiques et d'intelligibilité chez des patients avec excrèse de bord libre et/ou d'apex. » Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophoniste, Université Paris VI, Faculté de médecine, Pitié-Salpêtrière, juin 2007, co-direction M. Smadja & C. Fougeron,

Chappat Elodie et Amandine Maignan 2008-2009, « Etude longitudinale de la dysarthrie de huit patients atteints de Sclérose Latérale Amyotrophique ». Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophonie, Univ. Paris VI. (Co-direction avec N. Levêque)

Cotelli Agnès 2008-2009, « Evaluation perceptive de la dysarthrie dans la maladie de parkinson et la SLA par des juges naïfs et experts ». Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophonie, Univ. Paris VI. (Co-direction avec C. Pillot)

Lenormand Nicolas 2008-2009, « La voix des agents territoriaux spécialisés des écoles maternelles (ATSEM) : enquête, bilans et analyse perceptive ». Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophonie, Univ. Paris VI. (Co-direction avec C. Pillot)

Camille Blind & Clémentine Fornara 2009-2010, «Etude multiparamétrique de la dysarthrie dans la Sclérose Latérale Amyotrophique : vers une compensation mandibulaire ? ». Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophonie, Univ. Paris VI. (Co-direction avec N. Levêque)

Isabelle Jousseume 2009-2010 « Intelligibilité, sévérité et altération des voyelles de la dysarthrie dans la SLA : étude acoustico-perceptive ». Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophonie, Univ. de Tours (Co-direction avec N. Levêque)

Laura Lhoussaine 2011-2012 « Première validation de la Grille d'Evaluation Perceptive de la Dysarthrie (G.E.P.D) : effet du niveau d'expertise du jury et différenciation entre type de dysarthrie » Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophonie, Univ. Paris VI. (Co-direction avec L. Crevier-Buchman)

Marie Baruteau 2012-2013 « Mesure de l'intelligibilité de la parole dysarthrique dans la sclérose latérale amyotrophique. Effet du matériel linguistique et du niveau d'expertise du jury » Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophonie, DUEFO d'Amiens (Co-direction avec N. Levêque)

Lemoine, Emilie, 2013. Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophonie, DUEFO d'Amiens (Co-direction avec N. Levêque)

Fouchard, Bérengère & Chriss-Morgane Ravaud, 2013. Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophonie, Univ. Paris VI. (Co-direction avec C. Pillot-Loiseau)

Membre de jury (DES et thèses)

Arrieta A. (1999) « Traitement perceptif des mots morphologiquement complexes », DES Faculté de Psychologie et Science de l'Education, Psycholinguistique, Université de Genève, Suisse

Class Abboud B. (2000) « Etude sur les conditions d'enregistrement de contenus éducatifs sonores ». DES Faculté de Psychologie et Science de l'Education, Technologie de formation et d'apprentissage, Université de Genève, Suisse

Kuzla Claudia (2009) Prosodic structure in speech production and perception. Thèse de Doctorat Radboud University (Netherland) (*rapporteur*)

Torreira Francisco (2011) Speech reduction in spontaneous French and Spanish. Thèse de Doctorat Radboud University (Netherland) (*rapporteur*)

III- SYNTHÈSE DES TRAVAUX DEPUIS LA THÈSE

Renforcements et réductions segmentales : influence de la structure prosodique, de la phonologie, et des contraintes motrices en parole pathologique

Introduction aux problématiques de recherche :

Les termes ‘renforcement ou fortition’ et ‘réduction, lénition ou affaiblissement’ renvoient à des notions très usitées en phonétique, en phonologie ou en linguistique historique pour expliquer certaines variations segmentales, synchroniques ou diachroniques (p.ex. Lass 1984, Straka 1964, Hock 1992). Ces notions font directement ou indirectement référence à un continuum au long duquel les variantes de prononciation se distribuent. Ainsi, diverses variations que l’on observe dans la parole peuvent être décrites comme résultant d’une ‘hyper- ou hypo-articulation’, d’une ‘plus ou moins grande force, ou énergie, ou tension articulaire’, comme relevant d’articulations ‘plus ou moins nettes, précises’, de mouvements articulaires ‘plus ou moins extrêmes’, comme étant le fruit de changements, de restructurations, d’insertions ou d’éliminations de gestes articulaires, ou de modification dans le chevauchement entre les gestes successifs (voir entre autres, Lindblom 1990, Browman et Goldstein, 1992, 1995 ; Kohler, 1992 ; Duez 2001).

Cette idée de continuum entre formes renforcées et formes réduites soulève une question à laquelle il est difficile de répondre : il y a variation, mais par rapport à quelle référence prototypique ? Est-il nécessaire de définir une référence ou peut-on se contenter de dire que la parole est variable, en ce sens que la production d’un mot ou d’un son n’est pas toujours la même ? Dans les études que je vais exposer, j’adopterai ce dernier point de vue.

Les recherches présentées dans ce document de synthèse retracent mon parcours scientifique depuis ma thèse en 1998. L’ordre dans lequel elles sont exposées ne reflète pas de chronologie, ni de véritable évolution dans mes démarches ou réflexions scientifiques, car je les ai souvent menées en parallèle au gré de collaborations fructueuses avec différents collègues. Pour autant, avec du recul, je m’aperçois que ces recherches partagent une même finalité : comprendre ce qui gouverne et ce qui motive la variation dans la parole.

La variation dans la parole n’est généralement pas aléatoire. Elle résulte de processus et de facteurs divers et variés. Le signal de parole est façonné non seulement par des contraintes intrinsèques au système de production (physiologiques, articulaires, biomécaniques, aérodynamiques, acoustiques, perceptives), par des facteurs liés au locuteur (caractéristiques individuelles, identité sociale), mais aussi par des contraintes linguistiques propres à la grammaire

de la langue (phonologiques, morphologiques, prosodiques par ex.) et par des contraintes liées à la communication (la situation de parole par ex.). D'autre part, les variations peuvent être motivées linguistiquement ou stylistiquement, ou n'être que des conséquences automatiques involontaires d'autres phénomènes. Enfin, ces variations peuvent avoir des répercussions sur la quantité et la qualité des informations acoustico-phonétiques contenues dans le signal, et peuvent donc influencer sur la transmission du message qu'elles peuvent améliorer ou altérer. Ces différents aspects de la variation dans la parole sont abordés dans les différentes recherches que j'ai entreprises.

Dans le premier chapitre, je présenterai des études portant sur des phénomènes de variations, tonales ou segmentales, liées à la structuration du message. Ces variations reflètent cette structuration en marquant les frontières entre des unités (prosodiques ou lexicales) ou en créant une cohésion entre les éléments au sein de ces unités. Ces travaux ont notamment contribué à montrer que la forme phonétique des composantes segmentales est conditionnée par le contexte prosodique dans lequel elles sont produites, et donc par des facteurs prosodiques de haut niveau.

Les recherches présentées dans le second chapitre introduisent une problématique qui me tiendra à cœur de développer dans mes futurs projets de recherche (présentés en partie IV). Il sera question de variations segmentales allant dans le sens d'une réduction. La réduction dans la parole englobe différents processus ayant pour conséquence un affaiblissement des articulations, des articulations incomplètes ou absentes, des assimilations ou fusions, et pouvant donner lieu à une perte d'informations acoustico-phonétiques. La réduction peut résulter de processus phonologiques (élisions, assimilations...) ou d'un conditionnement prosodique (lénition en position coda, réduction en position inaccentuée...), mais aussi de mécanismes physiologiques/moteurs liés à la continuité de la parole (réduction de l'effort articulaire en parole continue, contraintes temporelles à la réalisation des gestes articulatoires...), ou liés à des perturbations altérant l'acte de parole (troubles périphériques, centraux, bite-block...). Dans les travaux que je présenterai, il sera question de réductions vocaliques en parole normale (élision et réduction phonétique du schwa en français) et en parole pathologique (réductions vocaliques dans la dysarthrie).

Les questions de recherche qui sont soulevées dans ces recherches et qui motivent mes prochains travaux sont :

- Comment définir et quantifier la réduction dans la parole (sur des bases acoustiques, perceptives, sur des critères de contrastivité au sein d'un système ou d'intelligibilité) ?
- Comment les différents facteurs de réduction interagissent dans la parole ?

- Jusqu'où la parole peut-elle être variable ? Qu'est ce qu'une variation normale vs. atypique ?

Cette dernière question est fondamentale pour les théories linguistiques actuelles. Il me semble qu'une façon de délimiter la variation normale, de savoir jusqu'où la variabilité est acceptable, quelles sont les sites de variations possibles, quels facteurs gouvernent la variation, est de la confronter à des productions de parole considérées comme un écart à la norme. L'étude des pathologies de la parole apparaît donc comme un paradigme approprié pour répondre à ces questions. Or, si la variation en parole pathologique est souvent vue comme une variation atypique, il n'est pas toujours trivial de déterminer si une variation produite par un patient est le reflet de la variabilité intrinsèque à la parole ou si elle est liée à la pathologie.

Pour cela, il nous semble nécessaire d'améliorer nos connaissances aussi bien sur la parole normale, notamment dans des situations de parole peu contrôlée où la variation est importante, que sur la parole pathologique. Je proposerai en partie IV, des projets de recherche en ce sens.

Chapitre I. Marquage phonétique de frontière et de cohésion au sein des unités de groupement dans la parole

« D'un point de vue abstrait, la différence entre domaine et barrière est celle-ci : le domaine définit non seulement une séparation, mais aussi un intérieur et un extérieur, la barrière définit seulement une séparation, mais ne définit pas nécessairement un intérieur et un extérieur » (Milner, 1989 : 462).

Pour faire sens, le continuum sonore de parole est organisé, structuré en unités plus ou moins larges. Ces unités de regroupement sont soit des domaines, soit des constituants. Afin de définir ces deux notions, prenons la distinction claire qui en est faite en syntaxe². Un *constituant* (ou syntagme) syntaxique a des propriétés qu'il ne partage pas nécessairement avec un domaine : il contient un élément tête dont il est la projection ; il entre généralement dans une structure hiérarchisée ; il suppose en général un parenthésage exhaustif ; il est construit de façon déterministe selon des règles ou des principes. En revanche, un *domaine* se situe sur un autre plan, et n'entre pas nécessairement dans une structure hiérarchisée. Le concept de domaine a été utilisé afin de rendre compte de phénomènes où la notion de barrière ou de frontière est fondamentale (cf., entre autres, Chomsky, 1981 et Milner, 1989). Mais, contrairement à la notion de barrière qui repose sur la seule définition d'une ligne séparatrice, l'idée de domaine sous-tend l'existence d'un empan, d'une étendue (*span*). De plus, un domaine se distingue d'un constituant par le fait qu'il est lié à une règle, à un processus ou à une opération (on parle de « domaine pour une règle »). Les éléments qui le composent y sont liés par une propriété, mais cette dernière peut ne pas préexister au domaine. Dans chaque domaine, il y a un élément attracteur, un élément « qui a la propriété de faire domaine » (Milner, 1989), mais contrairement aux têtes dans les structures syntaxiques ou métriques, cet élément ne projette pas nécessairement un constituant de rang supérieur.

Les travaux que j'ai commencés dans ma thèse et que j'ai poursuivis depuis, sont intimement liés à ces unités de regroupement, qu'ils soient des domaines ou des constituants, dont l'instanciation structure le message parlé. En effet plusieurs de mes recherches ont porté sur la compréhension de phénomènes phonétiques, de variations acoustiques ou articulatoires reflétant la structuration du message, soit en marquant la frontière entre des unités, soit en

² En phonétique et phonologie, la distinction entre domaine et constituant est moins claire et leur utilisation se recoupe fréquemment dans la littérature (voir Delais et Fougeron 2004). Pourtant, certains auteurs ont clairement expliqué ce qui distingue le domaine du constituant. Dans Trask (1996), par exemple, le domaine est défini comme « the stretch of phonological material to which some rule or constraint applies », alors que la notion de constituant renvoie clairement à la notion de structure et de dominance : « in some analyses of phonological structure, particularly of syllable structure, any part of the structure which is dominated by a single node ».

marquant le lien entre les composantes d'une même unité. Pour reprendre les termes de Milner (1989, cité plus haut), des indices phonétiques de *séparation*, d'*intérieur* et d'*extérieur*.

Les unités de regroupement sur lesquels j'ai le plus travaillé sont les constituants prosodiques, et ceci particulièrement en français. J'utilise ici le terme constituants car dans le cadre de la Phonologie Prosodique que j'adopte, les unités prosodiques sont organisées selon une structure hiérarchique (la Hiérarchie Prosodique) reposant sur des principes d'étagement³ et de dominance⁴.

Dans la première partie de ce chapitre (A), je présenterai mes travaux sur la structure prosodique du français et le modèle que nous avons développé avec Sun-Ah Jun. Cette structure s'organise sur deux niveaux de constituants, le *Groupe Intonatif* (Intonational Phrase, GI ou IP) et le *Groupe Accentuel* (Accentual Phrase, GA ou AP). Ce dernier constituant est considéré comme l'unité tonale minimale du français et a une *représentation tonale abstraite à quatre tons /LHiLH*/*, dont la réalisation de surface est sujette à des processus de réduction tonale produisant *des variantes de surface simplifiées* de ce contour de base. Nous verrons aussi que ce constituant GA peut être considéré comme *le domaine de l'accent* (initial et final) en français et que *des indices phonétiques de pente de f0 reflètent la cohésion des composantes accentuelles au sein du domaine GA et en marquent les frontières*. Enfin, je présenterai des données en lien avec la réalisation d'un processus tonal, le *focus*, et un processus segmental, la *liaison*, suggérant que la distinction entre domaines et constituants est nécessaire en phonétique et phonologie.

Dans les parties suivantes, je présenterai ma contribution à l'étude des relations entre structuration de la parole et articulation segmentale. La question principale de ces recherches est de *comprendre comment la structuration d'un énoncé, aussi bien au niveau du marquage des frontières d'unité qu'au niveau de la cohésion entre les éléments au sein des unités, se reflète dans des variations (articulatoires ou acoustiques) dans la chaîne segmentale*.

Dans la partie B, il sera question de travaux portant sur *le marquage phonétique des frontières des constituants prosodiques* (GA et GI) au niveau segmental. Je reviendrai rapidement sur mes travaux de thèse et développerai les recherches que j'ai menées depuis. Dans ces études, j'ai contribué à montrer que la position d'un segment (consonne ou voyelle) par rapport à une frontière prosodique, ainsi que le niveau hiérarchique de cette frontière, affectent des caractéristiques phonétiques qui semblent être des propriétés inhérentes à ce segment (degré de constriction des consonnes, débit d'air pour les nasales, degré d'ouverture labiale pour les

³ *L'étagement* : aucun constituant Ci ne domine un constituant Cj avec j supérieur à i. Par exemple, une syllabe ne peut dominer un pied ou un syntagme phonologique ne peut dominer un syntagme intonatif.

⁴ *la dominance* : tout constituant Ci doit dominer un constituant de niveau Ci-1, sauf si Ci est une syllabe. Par exemple, un mot prosodique doit dominer au moins un pied.

voyelles, etc.). Ces variations articulatoires, qualifiées de '*renforcement articulatoire*', suggèrent que *l'organisation prosodique du message a un effet sur les détails phonétiques segmentaux, et que ces variations reflètent cette structuration prosodique*. Nos travaux récents montrent en outre que le renforcement articulatoire observé au sein d'un système phonologique, comme le système vocalique du français, peut *contribuer à renforcer, ou préserver, le système de contraste, aussi bien syntagmatique que paradigmaticque*.

Dans la partie C, je présenterai des travaux portant sur le marquage des *frontières lexicales* en français. Cette question sera abordée dans des études portant sur des phénomènes de sandhi externes, *la liaison et l'enchaînement*. Ces processus provoquent dans la chaîne parlée un non-alignement entre frontières de mot et frontière de syllabe, du fait d'une (re-)syllabation à travers les frontières de mot. A travers l'étude de ces phénomènes de liaison et d'enchaînement, je traiterai d'un aspect central des théories prosodiques (Encrevé, 1988 :24), à savoir *la syllabation de la chaîne parlée*.

La question des indices phonétiques de syllabation sera également abordée dans la partie D, qui portera sur les travaux que j'ai menés sur le berbère Tachlyit. L'objectif de ces travaux a trait à *la définition phonétique de la syllabe*. Il sera question de déterminer s'il existe *des traces phonétiques marquant la structuration interne de la syllabe et la cohésion de ces composantes*.

A. La structure prosodique du français – le modèle 'Jun & Fougeron'

Mes travaux sur la prosodie du français ont été menés en collaboration avec Sun-Ah Jun à UCLA. L'entreprise de ces recherches répondait à la volonté de clarifier la structure de base de la structure prosodique du français dans un modèle répondant aux principes de la Phonologie Prosodique et de la Théorie Métrique Autosegmentale afin de pouvoir l'utiliser dans des comparaisons inter langues. Sun-Ah Jun ayant développé un tel modèle pour la prosodie du coréen (Jun 1993), à laquelle nous souhaitons comparer la prosodie du français, nous avons donc entrepris nos recherches en se basant sur la même approche.

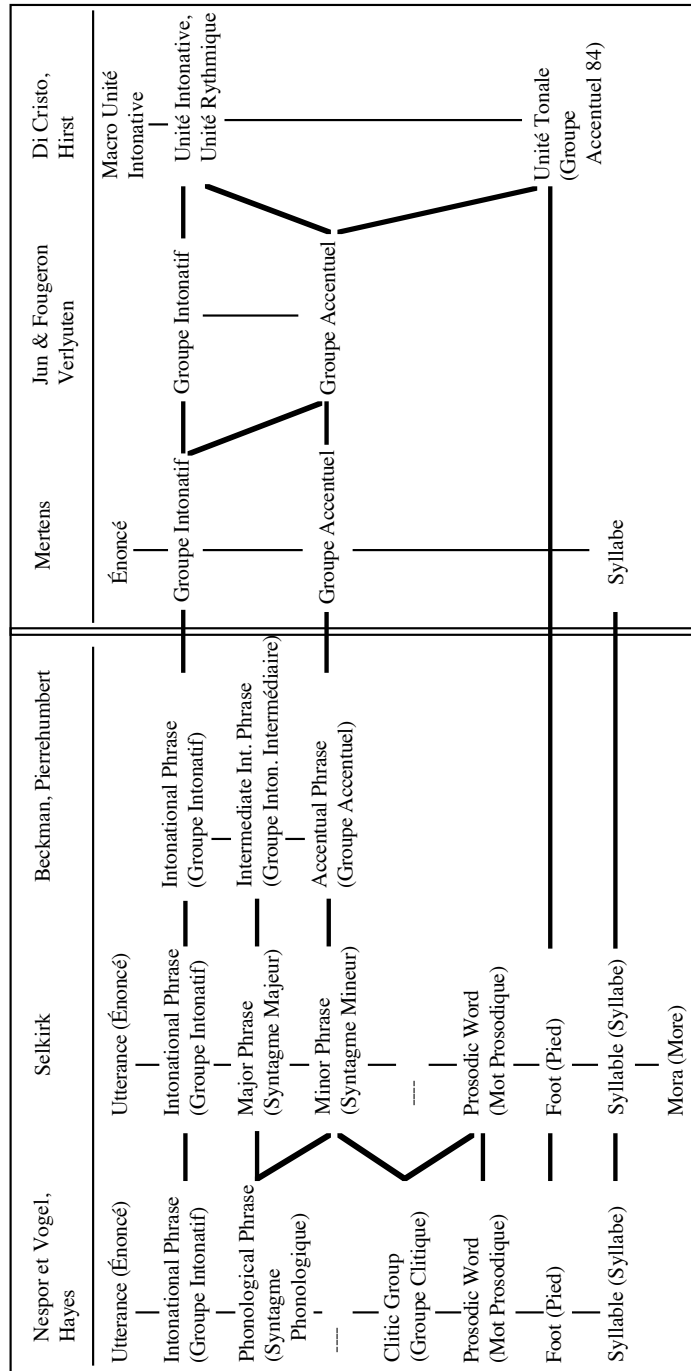
La *Phonologie Prosodique* a offert un cadre théorique à de nombreuses recherches tant phonologiques que phonétiques sur la prosodie des langues du monde. Dans ce courant (et bien d'autres), le continuum sonore est analysé comme segmenté en unités, ces dernières relevant de différents niveaux. Un énoncé est donc généralement représenté sous la forme d'une structure hiérarchisée, appelée *Hiérarchie Prosodique*. Cette représentation hiérarchique permet d'analyser de nombreux processus post lexicaux (phénomènes de sandhi, etc.) et de rendre compte des phénomènes prosodiques suprasegmentaux tels que l'accentuation. La figure I.A-1, extraite de

Fougeron (1998), présente des exemples de hiérarchies prosodiques proposées pour différentes langues.

Différents modèles phonologiques de la prosodie du français ont été proposés dans la littérature. Citons entre autres les modèles d'Albert Di Cristo et Daniel Hirst (Hirst & Di Cristo 1984, 1996; Di Cristo and Hirst 1993a, 1993b, 1996), de Piet Mertens (1987, 1993), ou de Brechtje Post (1993). Dans ces modèles, il est admis que les énoncés sont organisés en unités prosodiques de différents niveaux hiérarchiques, bien que les terminologies utilisées pour ces niveaux puissent différer. Ces modèles divergent principalement sur le nombre de niveaux, leur représentation tonale, et le niveau d'abstraction des représentations tonales. Ce dernier aspect est lié aux différences conceptuelles liées aux applications souhaitées de ces modèles : le focus est mis d'avantage sur la représentation de surface acoustique dans les modèles appliqués à la synthèse ou la reconnaissance (par exemple chez Mertens), sur la représentation abstraite pour la description phonologique (par exemple chez Post) ou sur les deux (par exemple chez Di Cristo et Hirst).

Notre modèle prosodique est un modèle phonologique dans lequel il nous est essentiel de définir les primitives prosodiques de base, les associations tonales, la Grammaire prosodique de la langue, mais il comporte aussi un versant phonétique, puisque nous définissons des règles d'implémentation phonétique de la structure de base afin de rendre compte des variantes de surface rencontrées. Ce modèle se base sur les principes de la *Théorie Métrique Autosegmentale* (voir entre autres : Pierrehumbert, 1980; Beckman & Pierrehumbert, 1986; Pierrehumbert & Beckman, 1988; Ladd, 1996), selon laquelle le contour intonatif est composé d'une séquence de tons phonologiques abstraits, haut (H) et bas (B ou L pour low). Chacun de ces tons est associé à une syllabe qui est forte d'un point de vue métrique ou qui marque la frontière d'une unité prosodique. Toutes les syllabes ne sont donc pas spécifiées tonalement. La réalisation de surface des tons phonologiques est déterminée par des règles d'implémentation phonétiques et les syllabes non-spécifiées prennent leur valeur de f_0 par interpolation entre les cibles tonales adjacentes. D'autre part, la structuration hiérarchique des unités prosodiques répond à l'hypothèse d'un étagement strict (Strict Layer Hypothesis, Selkirk, 1984, 1986; Nespor & Vogel, 1986), c'est à dire qu'une unité prosodique à un niveau donné de la hiérarchie est composée d'une ou plusieurs unités ne pouvant appartenir qu'à un niveau immédiatement inférieur et que cette unité est incluse exhaustivement dans l'unité qui lui est immédiatement supérieure.

Figure I.A-1 : Différentes Hiérarchies Prosodiques proposées dans la littérature pour l'anglais et d'autres langues sur la partie gauche (d'après Shattuck-Hufnagel & Turk 1996) et pour le français sur la partie droite. (figure extraite de Fougeron 1998)



A.1. Une structure prosodique sur deux niveaux de constituants : le Groupe Intonatif et le Groupe Accentuel

Dans nos travaux, nous avons proposé un modèle de hiérarchie prosodique du français s'organisant sur deux niveaux de constituants prosodiques : le niveau du Groupe Intonatif

(Intonational Phrase) et le niveau du Groupe Accentuel (Accentual Phrase)⁵.

Comme on peut le voir sur la figure I.A-1, le niveau supérieur de notre modèle, le *Groupe Intonatif (GI, ou IP)* est sensiblement le même que celui d'autres modèles de la prosodie du français. Son existence et sa définition ne portent pas à controverse. Il se définit par la présence d'un ton frontière ($T^0\%$)⁶, associé directement à la frontière droite du constituant (voir figure I.1-2), qui est réalisé par un mouvement de f_0 important sur la dernière syllabe du groupe et un fort allongement de celle-ci. Il est optionnellement suivi d'une pause.

Le niveau inférieur du modèle est le *Groupe Accentuel (GA, ou AP)*. Il se rapproche de 'l'intonème mineur' de Delattre (1966) et Rossi (1985, 1999) ; de 'l'Unité Rythmique' de Di Cristo & Hirst (1993), du "groupe rythmique" de Delais-Roussarie (1995) ou du 'groupe accentuel' de Mertens (1993) (voir Lacheret-Dujour & Beaugendre, 1999 ou Michelas 2011, pour une revue). Pour autant, il s'en distingue sur différents points :

- Le GA est considéré dans notre modèle comme l'unité tonale la plus basse de la prosodie hiérarchique (contrairement à l'Unité Tonale de Di Cristo et Hirst) et est défini comme *l'unité tonale de base de l'intonation du français*.
- Le GA peut contenir un ou plusieurs mots. Sa longueur est fonction de la longueur des mots, de la structure syntaxique ou informationnelle de l'énoncé, et de contraintes liées au débit de parole ou a des spécificités individuelles (Fougeron & Jun 1998). Dans nos études nous avons relevé qu'un GA contient en moyenne 2.3-2.6 mots (1.2 mot de contenu) et 3.5-3.9 syllabes (Jun & Fougeron 2000). Il est donc comparable en taille à l'arc accentuel de Fonagy (1979) ou le mot rythmique de Padeloup (1990).
- La représentation tonale et les associations tonales au sein du GA sont les suivantes. Il est délimité à sa droite par un contour montant final, LH^* et à sa gauche par un contour montant initial, LHi (qui en surface est optionnel, voir infra). La représentation tonale abstraite du GA a donc la forme $/LHiLH^*/$. Comme on peut le voir sur la figure I.A-2, la séquence tonale finale LH^* est doublement associée : à la frontière droite du GA et à la dernière syllabe pleine du GA, qui est traditionnellement décrite comme la syllabe portant l'accent final de groupe en français. L'association à cette syllabe spécifique, considérée comme métriquement forte (même si elle n'est pas une syllabe lexicalement accentuée comme dans les langues germaniques), lui donne son statut de pitch accent (T^*). La séquence tonale LHi , quant à elle,

⁵ Dans Jun & Fougeron (2000), nos observations sur la structuration des énoncés dans des conditions de focus et dans des clichés intonatifs, nous avons esquissé l'idée d'intégrer à ce modèle un niveau intermédiaire entre le GA et le GI : l'intermédiaire phrase (ip). Michelas (2011) a repris cette idée et apporte des arguments en faveur de ce constituant.

⁶ Les tons de frontière de GI que nous avons proposés dans nos publications n'incluent que les tons $H\%$ et $L\%$. Il serait pourtant nécessaire d'approfondir ces recherches sur le GI pour voir si d'autres tons, en particulier des tons complexes, ne seraient pas à introduire dans la Grammaire tonale du français.

n'est pas liée à une syllabe particulière ; c'est donc un 'phrase accent' qui est une propriété du GA et qui est associée à la frontière gauche du GA. La fonction démarcative de cette montée initiale semblerait d'ailleurs être utile à l'auditeur pour la segmentation du continuum de parole (Bagou, Fougeron & Frauenfelder, 2002 ; voir aussi Spinelli et al., 2007, 2010).

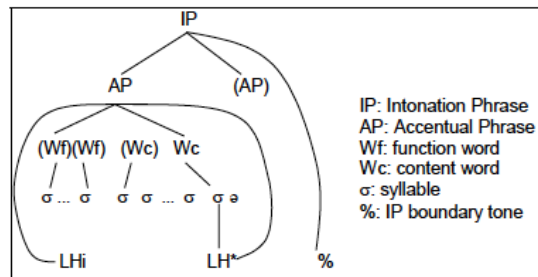


Figure I.A-2. Structure hiérarchique prosodique, configuration tonale sous-jacente et association des tons dans les unités prosodique GA (AP) et GI (IP) du modèle Jun et Fougeron (tel que révisé en 2002)

A.2. Représentation tonale de base du GA et ses variantes de surface

Si la forme sous-jacente du GA est /LHiLH*/, la forme de surface [LHiLH*], que l'on retrouve illustrée dans la figure I.A-3 sur 'le coléreux garçon' ou dans la figure I.A-4b sur 'et mauvais garçon', n'est pas si fréquente. En effet, les quatre composantes tonales de base du GA ne sont pas toujours toutes réalisées. Le tableau I.A-1 présente les 5 variantes de surface du GA répertoriées dans nos travaux et que nous avons modélisées par un processus de réduction tonal.




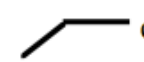


| | |
|---|------------------|
|  | /L Hi L H*/ |
|  | a. [L (Hi L) H*] |
|  | b. [L (Hi) L H*] |
|  | c. [L Hi (L) H*] |
|  | d. [(L) Hi L H*] |
|  | e. [L Hi (L) L*] |

Tableau I.A-1. Schématisation des 5 variantes de surface de la forme de base du GA /LHiLH*/ dans lesquels les quatre tons sous-jacents ne sont pas tous réalisés. Les tons entre parenthèse réfèrent aux tons non-réalisés (tableau extrait de Jun et Fougeron 2000).

Le ton final du GA (H*) est l'élément constitutif du GA et il se réalise toujours sur la syllabe finale du GA quand celui-ci est en milieu de GI. Il prend majoritairement la forme d'un

ton H* mais il arrive parfois qu'il se réalise en un ton bas (L*). Cette réalisation, illustrées dans la réalisation présenté figure I.A-4d est peu fréquente et elle apparaît quand le ton H* est immédiatement suivit d'un ton Hi. Cette alternance est à mettre en rapport avec le principe d'inversion de pente de Martin (1981). D'autre part, lorsqu'un GA est le dernier GA d'un GI, la syllabe finale du GA est aussi le site de réalisation du ton final de frontière du GI (H% ou L%). Le ton final H* est préempté par le ton frontière et la forme de surface d'un GA final de GI peut prendre la forme LHiLL% comme dans la figure I.A-4a. Nous avons peu étudié la réalisation des GA en fin de GI, ni défini complètement l'inventaire des tons frontière de GI en français, des recherches mériteraient donc d'être poursuivies pour mieux comprendre l'interaction tonale entre ces deux niveaux de constituants.

La réalisation du ton L précédant le H* est aussi variable. Lorsqu'il est réalisé, il apparaît soit sur la même syllabe que le H*, soit sur la syllabe précédente. Il peut aussi disparaître dans la forme de surface, donnant une réalisation /LHiH*/, comme dans le 1^{er} GA de la figure I.A-4b où la f0 reste haute entre 'co' et 'reux' de 'le coléreux', ou une réalisation /LH*/, comme dans le 1^{er} GA de la figure I.A-4a, où le Hi et le L suivant ne sont pas présents.

Il est bien connu que la réalisation de l'accent initial en français est optionnelle, et sa position est aussi variable (Rossi 1985, Padeloup 1990). Dans notre modèle, le L et le Hi sont donc tous les deux optionnels. Les figures I.A-4a et 4c illustrent des réalisations sans Hi ('marion' réalisé [LH*] en 4a et en 4c 'le garçon' et 'remarquablement bon' réalisés [LLH*]). Le second GA des figures I.A-3 (« ment à sans mère » réalisé [HiLL%]) et I.A-4b ('coléreux' réalisé [HiLH*]) illustrent des réalisations sans L initial.

Pour autant, un des deux composants du ton de phrase initial (L ou Hi) doit être réalisé pour marquer la frontière gauche du GA. Quand le Hi est réalisé, sa position dépend du type de mot : le Hi est le plus souvent réalisé sur une des trois premières syllabes d'un mot de contenu, mais si ce mot est précédé d'un nombre important de syllabes clitiques (4 ou plus), le Hi peut se réaliser sur un de ces mots fonction (figure I.A-5). Quand le L initial du GA est présent, il se réalise sur une des syllabes initiales du GA et peut s'étendre sur toutes les syllabes clitiques précédant le Hi, comme dans l'exemple présenté figure I.A-5.

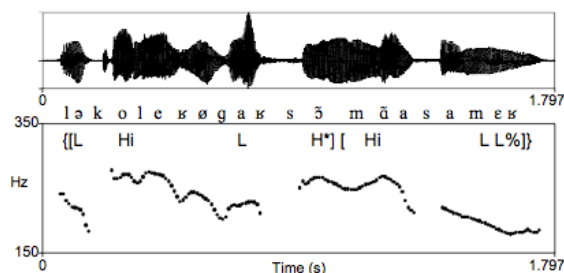


Figure I.A-3. Contour de f0 pour la phrase 'le coléreux garçon ment à sa mère'. Locuteur 1F

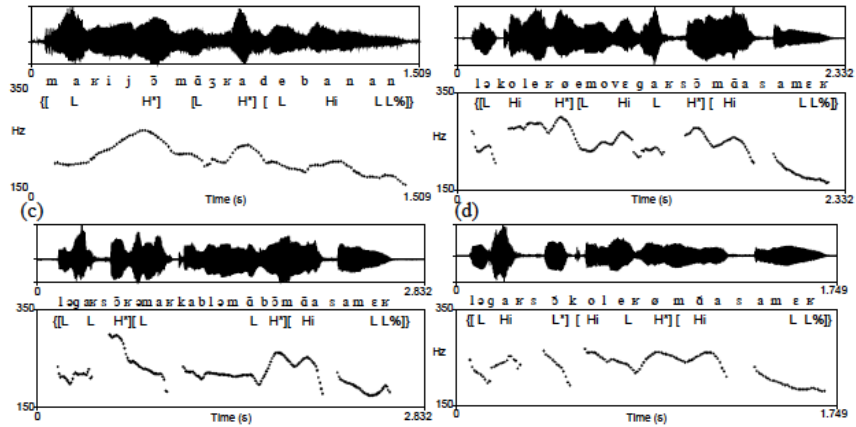


Figure I.A.4. Contours de f_0 pour les phrases (a) 'Marion mangera des bananes' loc. 1F, (b) 'le coléreux et mauvais garçon ment à sa mère', loc. 1F, (c) 'Le garçon remarquablement bon ment à sa mère', loc 1F, (d) 'Le garçon coléreux ment à sa mère', loc1F.

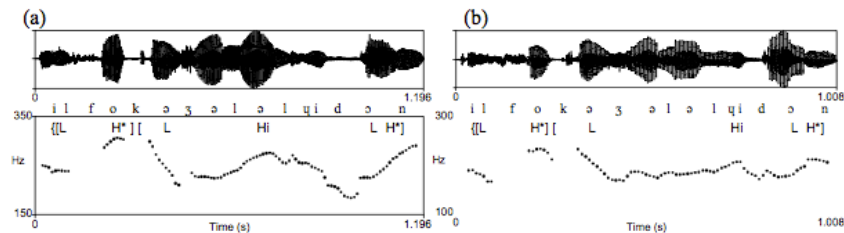


Figure I.A.5. Contour de f_0 pour la phrase 'Il faut que je le lui donne' contenant 4 clitics, produite par les loc. 4F (a) et 3F (b).

Les facteurs influençant la réalisation de surface du GA sont à étudier. Nous avons observé que l'implémentation phonétique de la forme de base /LHiLH*/ est affectée par des contraintes temporelles liées au débit ou à la longueur syllabique du GA provoquant une simplification tonale. Nous pensons que ce mécanisme est une sorte d'undershoot : certains des tons de la forme de base peuvent ne pas faire surface si il n'y pas assez de temps pour les réaliser. Ainsi, des formes tonalement plus simples apparaissent en débit rapide (Fougeron et Jun, 1998 ; voir aussi Michelas et D'império, 2012). Des formes à 2 ou 3 tons apparaissent aussi dans des APs contenant moins de 4 syllabes : parmi les 5 formes de surface répertoriées dans Jun et Fougeron (2002), LH*, LLH* et LHiH* sont fréquents quand le GA a moins de 4 syllabes, et parmi eux LH* est le plus fréquent (voir aussi Welby 2006). La présence de l'accent initial en français est aussi fonction de contraintes rythmiques (Astésano, 2001; Welby, 2006) mais pas uniquement. L'exemple de la figure I.A-4c montre un groupe de 6 syllabes, 'remarquablement bon', réalisé sans Hi.

Récemment, Welby (2006) et Michelas et D'Imperio (2012) ont proposé que la structure de base du GA soit /LH*/, plutôt que /LHiLH*/, et que le LHi y soit ajouté par des règles en rapport avec la longueur du groupe (comme chez Delais 1995), au débit de parole, ou à d'autres contraintes linguistiques (liées à la structure syntaxique ou la structure informationnelle comme chez D'Imperio, German, & Michelas, 2012). Je ne suis pas convaincue par l'intérêt de modifier la structure de base du GA et d'ajouter par insertion une unité tonale qui me paraît intrinsèquement liée aux autres composants du GA (voir A.3, sur les différences de pentes). Pour autant, je pense que ce modèle doit être testé sur davantage de données pour comprendre les facteurs conditionnant la réalisation de surface du GA et l'interaction entre les différents niveaux influant sur la structuration des énoncés de parole. Ces recherches auraient des implications aux niveaux des connaissances sur les systèmes de représentations linguistiques, notamment au niveau de la modélisation des variantes de surface, qu'elles soient prosodiques ou lexicales. En effet, les formes tonales de surface du GA, sont conditionnées par des préférences individuelles, comme on l'observe dans le cas des variantes lexicales. Certains locuteurs privilégient des formes [LLH*] alors que d'autres emploient plus des formes [LHiLH*] (Jun et Fougeron 2000, voir aussi Padeloup 1990 sur les variations individuelles dans la réalisation de l'accent initial) ; une variation individuelle similaire à celle qu'on observe avec les variantes lexicales avec ou sans schwa en français par exemple.

A.3. Des différences de pente de f0 comme indice de cohésion interne et de marquage de frontière au sein du GA le définissant comme domaine de l'accentuation en français

Un aspect important du modèle est que le GA est considéré comme *le domaine des accents finaux et initiaux* en français. La différence de nature et de fonction entre ces deux accents se reflète dans leur représentation : un accent de phrase ('phrase accent') pour l'accent initial (LHi), et un pitch accent pour l'accent final (LH*), tous deux associés directement au constituant GA (voir figure I.A-2). Le pitch accent LH* a une fonction démarcative dans le GA, il marque la frontière droite du constituant et l'accent de phrase LHi en marque la frontière gauche. Cette distinction entre accent initial et final et leur inclusion au sein d'un même domaine qui est considéré comme l'unité tonale minimale du français sont une des caractéristiques principales du modèle. En ce sens, il diverge des modèles qui ne les différencient pas : accent initial et accent final sont considérés tous deux comme des pitch accents chez Post (2000) ou des Unités Tonales chez Di Cristo et Hirst (1993, Hirst et Di Cristo 1996, Di Cristo 1999).

L'argument principal que nous avançons pour appuyer la relation entre ces deux événements tonaux (LHi et LH*) au sein du GA repose sur l'observation des pentes mélodiques entre les tons H (Hi et H*) et le ton L suivant. Ces pentes se réalisent, soit au travers (cas H* L, figure I.A-6a), soit au sein (soit Hi L, figure I.A-6b) de l'unité GA. Comme précisé plus haut, le contour intonatif de la phrase se fait par interpolation de la courbe de f0 entre les cibles tonales spécifiées. Au sein du GA, les syllabes entre le Hi et le L suivant reçoivent donc leur valeur de f0 par interpolation entre ces deux cibles. En conséquence, la pente de f0 entre les deux cibles devrait être négativement corrélée au nombre de syllabes non spécifiées entre le Hi et le L. C'est effectivement ce que nous avons observé (Jun et Fougeron 1995, 2000) : au sein d'un GA, plus le nombre de syllabes entre les deux cibles augmente, plus la pente du contour descendant entre Hi et L (noté 'A' dans la figure I.A-6a) est douce. À l'inverse, la pente entre le H* et le L du GA suivant (noté B dans la figure I.A-6a) ne varie pas en fonction du nombre de syllabe intermédiaire. Elle est assez constante, sur un empan de 100 à 200 ms., indépendamment du nombre de syllabes au début du deuxième GA. Ceci s'explique dans notre modèle puisque H* et le L suivant sont associés aux frontières du GA (respectivement à la frontière finale de AP1 et initiale de AP2, figure I.A-6a).

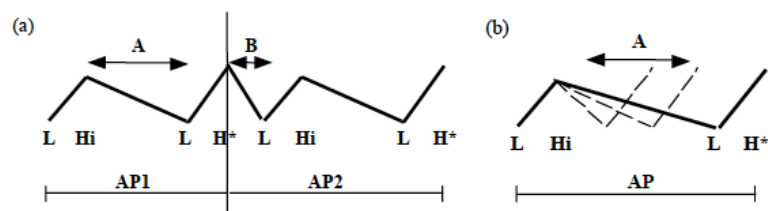


Figure I.A-6. (a) contour de f0 schématique de deux GA successifs (AP1 et AP2) illustrant la différence de pente entre Hi et L au sein d'un GA ('A') vs. H* et L au travers d'une frontière de GA ('B'). (b) Au sein d'un GA (AP) la pente 'A' entre Hi et L est fonction du nombre de syllabes intermédiaires, alors que la pente 'B' en (a) est constante.

Les différences de pente de ces contours descendants sont donc, d'une part, une marque de cohésion interne entre les deux éléments tonaux au sein du GA, et d'autre part, une marque de frontière entre des éléments tonaux en frontière de GA successifs.

A.4. Non-correspondance entre domaine et constituant prosodique : le cas du focus et de la liaison en français.

Si les relations de pente de f0 nous permettent de dire que le constituant prosodique GA est aussi un domaine, le domaine de l'accentuation, ce dernier n'est pas nécessairement le domaine au sein desquels peuvent s'analyser d'autres phénomènes phonétiques ou phonologiques. Nous nous

sommes intéressés à trois cas, l'un portant sur un processus suprasegmental, le focus, les deux autres de nature segmentale, le phénomène phonologique de liaison et le phénomène phonétique d'enchaînement. Nous avons montré que les domaines de réalisation de ces processus ne correspondent pas à des constituants prosodiques. Pour rendre compte de ces processus, des domaines d'application doivent être définis sur un autre plan.

A.4.1. Domaines pré/post focal et constituants prosodiques en français

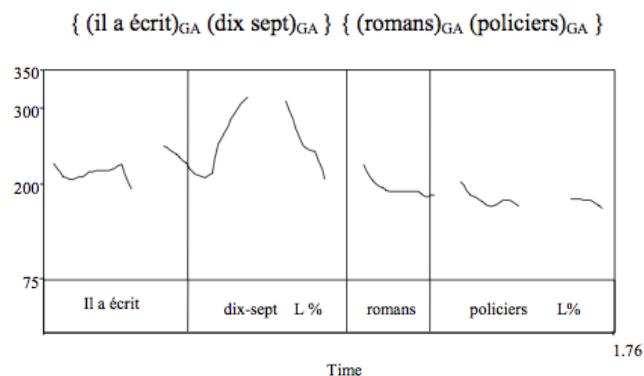
Dans de nombreuses langues, l'intonation après le focus (qu'il soit contrastif ou non) est caractérisée par un contour plat dans le bas du registre du locuteur (cf., entre autres, Hirst et Di Cristo, 1998). Dès lors, l'élément focal constitue en quelque sorte une frontière permettant de définir deux domaines : le domaine pré-focal et le domaine post-focal, comme illustré dans l'exemple ci-dessous (extrait de Delais & Fougeron, 2004).

A : Il a écrit combien de romans policiers ?

B : Il a écrit dix sept romans policiers.

Phrasing en Groupes Accentuels: (il a écrit)_{GA} (dix sept)_{GA} (romans)_{GA} (policiers)_{GA}

Domaines : {il a écrit dix-sept}_{Pré-focal} {romans policiers }_{Post-focal}



En français, on peut observer plusieurs cas de figures illustrant les relations entre (i) les domaines définis par le focus et (ii) les constituants prosodiques définis sur des bases métrico-prosodiques :

- le domaine post-focal peut correspondre à un GA ou un GI (quand l'élément focal est suivi d'une pause). Dans l'exemple ci-dessus, le domaine post-focal correspond à un GI. Les frontières de ce domaine sont donc alignées avec celles du/des constituant(s) métrico-prosodique(s). Pour autant, il semble nécessaire de différencier ces deux unités de groupement (le domaine post-focal et le GI). En effet, le domaine postfocal semble se superposer au découpage en constituants prosodiques, dont il modifie la réalisation de surface. En effet, les GI ou GA situés dans le domaine post-focal ne sont délimités que par un allongement final, alors que les accents finaux disparaissent dans le contour plat de f_0 propre à ce domaine, comme on le voit dans la figure. Ainsi en français (mais aussi en coréen, cf. Jun, 1993), le domaine post-focal est

marqué par une *désaccentuation* mais pas par une suppression du découpage en constituants métrico-prosodiques, alors marqué uniquement par l'allongement final (Jun et Fougeron, 2001).

- dans certains cas particuliers de focus contrastif, le contraste peut porter sur l'initiale du mot lexical, si bien que la frontière de début du domaine post-focal intervient en milieu de mot. Par exemple, dans un énoncé du type « J'ai dit DÉférence, et non référence. » avec un focus contrastif sur « DÉ », si on définit le domaine post-focal de façon stricte, il débute en milieu de mot. Dès lors, la frontière gauche du domaine post-focal n'est alignée avec aucun des constituants prosodiques.

Il semble donc que pour rendre compte de la réalisation prosodique de l'articulation fond/focus, il faille mettre en parallèle des unités appartenant à des plans différents mais interagissant : (i) deux domaines définis à partir de l'application d'un phénomène de diminution du registre intonatif (aplatissement de la courbe de f_0), (ii) des constituants métrico-prosodiques assurant le phrasé de la séquence.

A.4.2. Domaine de réalisation de la liaison et de l'enchaînement en français⁷

Dans de nombreuses études consacrées à la phonologie du français, il existe une volonté de définir le domaine de la liaison en termes de constituants prosodiques (cf., entre autres, Grammont, 1933; Nespors et Vogel, 1986; Selkirk, 1986). En ce qui concerne l'enchaînement, à notre connaissance, aucune étude n'a proposé de formaliser ce phénomène comme borné au sein d'un constituant prosodique particulier.

Dans le cadre de la Théorie Prosodique, le syntagme phonologique (PhP) (cf. Nespors et Vogel, 1986 ; Selkirk, 1986) et le groupe accentuel/rythmique (cf. Scarborough et Jun, 2003) ont été proposés comme domaine de la liaison. Le PhP, dérivé indirectement à partir de la syntaxe, regroupe une tête lexicale avec tous les items qui en dépendent à sa gauche. Une restructuration optionnelle de deux PhP peut avoir lieu sous certaines conditions syntaxiques et a été proposée pour mieux rendre compte de la réalisation de la liaison facultative. Or, plusieurs études ont montré que de nombreux cas de liaison ne peuvent pas être expliqués par l'hypothèse PhP (par ex. Post 2000). Ainsi, Scarborough & Jun (2003) ont proposé un domaine d'application de la liaison défini non sur des bases syntaxiques mais des bases purement prosodiques : le Groupe Accentuel (GA).

En collaboration avec Elisabeth Delais (Fougeron & Delais 2004, Delais et Fougeron 2004) nous avons testé ces deux hypothèses sur un corpus lu par 6 locuteurs (extrait du corpus

⁷ Mes travaux sur l'enchaînement et la liaison seront également présentés dans la section B.

SYLSWISS, décrit en partie B). Après une analyse (1) des découpages du texte en syntagmes phonologiques par application de la règle de formation et (2) des découpages des productions en groupes accentuels par observation des données et détermination de la présence d'un accent final de groupe, les contextes potentiels de liaison et d'enchaînement ont été indexés en fonction de leur position au sein de ces structures prosodiques (GA, PhP). Ont été utilisés les codes « dans », pour les cas où le sandhi se fait au sein d'un constituant (GA ou PhP), et le code « entre » pour les cas où il se fait entre deux constituants (GA ou PhP). Enfin, les réalisations ou non réalisations des phénomènes ont été codées selon ces positions. Les résultats sont présentés dans la tableau I.A.-2 ci-dessous où la proportion de liaison (£) et d'enchaînement (€) réalisés ou non réalisés est donnée en fonction de la position : « dans » ou « entre » constituants GA ou PhP.

| | | réalisé | | non réalisé | |
|-----------|-----|---------|-------|-------------|-------|
| | | dans | entre | dans | entre |
| £ (N=204) | GA | 126 | 4 | 36 | 38 |
| | PhP | 101 | 29 | 18 | 56 |
| € (N=138) | GA | 41 | 23 | 1 | 73 |
| | PhP | 31 | 33 | 0 | 74 |

Tableau I.A-2. Répartition des occurrences de liaison (£) et d'enchaînement (€) réalisés ou non réalisés en fonction de leur position : « dans » ou « entre » Groupes Accentuels (GA) ou Syntagmes Phonologiques (PhP).

Si l'on compare les deux types de constituants, il apparaît qu'une définition prosodique du domaine rend mieux compte de la distribution des réalisations de la liaison et de l'enchaînement, puisque respectivement 97% (126/130£) et 64% (41/64€) des réalisations sont faites au sein d'un GA (contre un taux de réalisation au sein d'un PhP de 78% pour la liaison et 48% pour l'enchaînement). Pour autant, ni le GA ni le PhP n'apparaissent comme de bons candidats pour définir le domaine d'application de l'enchaînement ou de la liaison si l'on considère que ce domaine est (1) le constituant dont les frontières bloquent l'application du phénomène et/ou (2) le constituant dans lequel le phénomène est obligatoire. En effet, on observe beaucoup d'enchaînements entre GA (36%) ou entre PhP (52%). Pour la liaison, si les frontières de GA sont mieux respectées (seules 4 liaisons sur 130 entre GA), les frontières de PhP ne semblent pas bloquer son application (22% entre PhP). D'autre part, il ressort que de nombreuses liaisons ne sont pas réalisées alors qu'elles se trouvent au sein d'un GA (49%) et/ou d'un PhP (24%). Pour l'enchaînement au contraire, si l'on considère que le domaine d'application entraîne la réalisation obligatoire du phénomène, alors le GA et le PhP sont des domaines possibles, puisque quasi tous les enchaînements y sont réalisés (seul 1 enchaînement n'est pas réalisé au sein d'un GA), mais il n'y sont pas limités.

En conclusion, aucun de ces deux constituants, qu'il soit défini à partir de la syntaxe (PhP) ou sur des bases prosodiques (GA), ne permet de prédire la réalisation de ces phénomènes. *Au sein d'un GA ou d'un PhP, l'enchaînement peut marquer la cohésion entre les mots, mais ce phénomène ne peut pas définir l'unité du constituant car sa réalisation est fréquente au travers de ses frontières.* Pour la liaison, nos données vont dans le sens de Scarborough & Jun (2003) et de Post (2000), entre autres. Le PhP n'est pas le domaine d'application de la liaison : ses frontières ne bloquent pas son application et celle-ci n'est pas obligatoire en son sein. D'autres part, comme Scarborough & Jun, nous montrons que les frontières de GA tendent à bloquer la liaison, mais ce constituant ne peut pas prédire la réalisation des liaisons car elles n'y sont pas toujours réalisées. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour définir avec précision les domaines d'application de ces phénomènes, et surtout la nature de ce domaine et les liens qu'il entretient avec la Hiérarchie Prosodique.

A.5. Réflexions sur le modèle prosodique 'Jun & Fougeron' et perspectives

Nous avons vu que la réalisation de surface du GA est sujette à des processus de réduction tonale produisant des variantes de surface simplifiées de ce contour de base. Quelques facteurs conditionnant ces processus de réductions ont été identifiés mais comme nous l'avons mentionné des recherches mériteraient d'être poursuivies sur ce sujet. Dans nos travaux, nous nous sommes basés sur de la parole de laboratoire lue, des phrases très contrôlées et des textes (comme 'La bise et le soleil' ou des coupures de presse), et des conditions de lecture à débit normal et rapide. Depuis la parution en 2002 de la version révisée de notre modèle, plusieurs chercheurs en France et à l'étranger l'ont appliqué à leurs données et ont pu proposer des améliorations. Pour autant, il reste à le tester sur de la parole plus naturelle.

A mon sens, ce modèle a le mérite d'être, d'une part, suffisamment contraint pour ne pas sur générer des patterns non observés (au moins dans les données que nous avons étudiées, mais qu'en sera-t-il sur de la parole spontanée ?), et d'autre part, d'être suffisamment général et abstrait pour prendre en compte des réalisations de surface assez variées. Ceci est rendu possible par (i) l'inclusion de règles de simplification tonale (dont le conditionnement devra être mieux compris), mais aussi par (ii) la postulation de contraintes phonologiques assez strictes sur les associations tonales, la réalisation des tons de base (les tons au frontières) et les séquences de type de ton, ainsi que des principes rythmiques régulant la distribution des tons.

Valorisation

Publications majeures sur la thématique

ACL Jun S.A. & Fougeron C. (2002). The Realizations of the Accentual Phrase in French Intonation, *Probus* 14: 147-172, a special issue on *Intonation in the Romance Languages*. Ed. by J. Hualde.

| | |
|------|--|
| ACL | Fougeron C. & Jun S.-A. (1998), Rate Effects on French Intonation: Prosodic Organization and Phonetic Realization. <i>Journal of Phonetics</i> , 26, 45-69. |
| OS | Jun S.-A. & Fougeron C. (2000), A Phonological model of French intonation. In A. Botinis (ed.) <i>Intonation: Analysis, Modeling and Technology</i> . Dordrecht : Kluwer Academic Publishers. pp.209-242. |
| ACTI | Bagou, O., Fougeron, C. & Frauenfelder, U. H. (2002). Contribution of Prosody to the Segmentation and Storage of "Words" in the Acquisition of a New Mini-Language. <i>Proceedings of the Speech Prosody 2002 conference</i> , pp.59-62, Aix-en-Provence., April 2002. |
| ACTI | Fougeron, C. & Delais, E. (2004) Liaisons et enchaînements : « Fais_en à Fez_en parlant ». Actes des des 25èmes Journées d'Etudes sur la Parole 2004. Fès, Maroc. Avril 2004. pp.221-224. [référence également citée en B] |
| ACTI | Jun S.-A. & Fougeron C. (1995), The Accentual Phrase and the Prosodic Structure of French, <i>Proceedings of the 13th International Congress of Phonetic Sciences</i> , vol. 2, 722-725. |
| ACTN | Delais, E. & Fougeron, C. (2004) Les notions de domaine et de constituant en phonétique et en phonologie. Actes des 4èmes Journées d'Etudes Linguistique de Nantes, pp. 189-196. (publication à la suite d'une conférence plénière invitée à la conférence, mai 2004) |

B. Variations articulatoires aux frontières de constituants prosodiques

B.1. Etat de l'art et apport de mes travaux de thèse sur le domaine : un effet local et cumulatif sur l'articulation des segments en position initiale de constituants prosodique suivant la hiérarchie des frontières prosodiques

Depuis plus d'une trentaine d'années, de nombreux travaux ont fait état de variations dans les caractéristiques spatiales et dynamiques des mouvements articulatoires supralaryngés en fonction de *l'accentuation* des segments (accent nucléaire ou focal) ou en fonction de la *position des segments par rapport aux frontières prosodiques* (voir Cho 2011 pour une revue récente).

Les études sur les variations articulatoires sous l'accent sont les plus nombreuses (entre autres, voir les travaux sur l'anglais de Beckman, Edwards & Fletcher 1992; de Jong, Beckman & Edwards 1993 ; de Jong 1995; Harrington, Fletcher & Roberts 1995; Harrington, Fletcher & Beckman 2000, Cho 2005; 2006; sur l'italien: Avesani, Vayra & Zmarich 2007 ; sur le français : Ménard, Loevenbruck & Savariaux 2006, Dohen & Loevenbruck 2009; Dohen, Loevenbruck & Hill 2009). En anglais par exemple, l'accent nucléaire va provoquer un plus grand déplacement ou une vélocité accrue des gestes et un allongement vers les cibles vocaliques (Beckman and Edwards 1994, de Jong 1995). Cet effet de l'accentuation sur l'articulation, avait déjà été observé par les pionniers de la phonétique expérimentale comme l'Abbé Rousselot (1901) qui montrait, en français, une articulation plus extrême des voyelles dans des prononciations sous accent focal.

Les travaux que j'ai menés avec Patricia Keating sur l'anglais (Fougeron and Keating 1997 ; Keating, Cho, Fougeron & Hsu 2004), puis sur le français dans ma thèse, ont contribué à mieux comprendre les relations entre structure prosodique et articulation segmentale. Ainsi, j'ai contribué à *montrer que les variations articulatoires ne se réalisent pas uniquement sous l'accent mais aussi aux*

frontières des constituants prosodiques, notamment en position initiale, et que ces variations articulatoires reflètent les différents niveaux de frontières selon une organisation hiérarchique de la prosodie. A cette époque, les variations articulatoires des segments en position initiale au niveau du mot (début vs. milieu ou fin de mot) étaient déjà bien connues (par exemple, Fromkin, 1965; Vaissière, 1988; Krakow, 1989; Cooper, 1991; Browman and Goldstein, 1992; Farnetani and Vayra, 1996) et les connaissances sur le marquage segmental des frontières prosodiques de constituants de niveaux supérieurs dans la hiérarchie prosodique portaient surtout sur les positions finales, i.e. les segment avant la frontière. Il était clair que différents degrés d'allongement final marquaient différents niveaux de frontières prosodiques (Klatt 1975, Wightman et al., 1992; Beckman et al., 1992). Mais peu d'études s'étaient intéressées aux variations segmentales au début des constituants prosodiques. Keating (1995) avait trouvé plus de constriction linguopalatal en début de phrase pour des occlusives, van Lieshout et collègues (1995) avait montré que l'arrondissement des voyelles était plus important en début de phrase, et surtout Jun (1993) et Pierrehumbert & Talkin (1992) avaient montré que l'articulation glottale des segments en position initiale variait de façon graduelle en fonction du niveau prosodique des constituants. Nos études avec P. Keating sur l'anglais et le français ont confirmé l'effet cumulatif et hiérarchique des variations articulatoires segmentales en position initiale de constituant prosodique. Pour la petite histoire, cette 'trouvaille' a été fortuite. A l'origine de notre étude publiée en 1997, nous cherchions des traces de déclinaison articulatoire en anglais (à l'image de la déclinaison de la f0) dans des phrases de longueurs et de structures différentes en comparant les modulations de la f0 à l'évolution du contact de la langue sur le palais au cours de l'énoncé. Faute de déclinaison globale du contact linguopalatal dépendant de la position sérielle des consonnes au long de la phrase, nous nous sommes trouvées face à des augmentations locales de contact à des endroits particuliers de la structure prosodique des énoncés : les débuts et fins de constituants prosodiques. L'articulation des consonnes et des voyelles variaient en fonction de leur position par rapport aux frontières, avec une augmentation de contact linguopalatal pour les consonnes en début de constituants prosodiques par rapport aux consonnes en position médiane et finale sur trois niveaux de frontières et une diminution du contact pour les voyelles finales. Les frontières prosodiques de différents niveaux apparaissaient comme marquées des deux cotés par une différence articulatoire plus grande entre voyelles et consonnes et donc par une augmentation progressive du contraste syntagmatique entre les éléments de chaque côté de la frontière en fonction du poids prosodique de la frontière. Dans mes travaux suivants pour ma thèse sur le français (Fougeron 1998, 2001), j'ai essentiellement étudié les frontières droites de constituants (position initiale de constituants) en observant plusieurs niveaux de constituants prosodiques. Dans ces études, j'ai pu montrer que

les variations articulatoires étaient bien cumulatives en fonction du niveau de la frontière prosodique et qu'elles pouvaient s'observer sur différents types de segments et plusieurs sous-structures articulatoires (langue, velum, glotte).

B.2. Réflexions sur l'état des connaissances sur le renforcement initial : un phénomène très étudié mais encore mal compris

Cet effet local et cumulatif sur les segments initiaux des constituants prosodiques, que nous avons appelé '*initial strengthening*' (Fougeron & Keating 1997) en référence au '*final lengthening*' qui marque graduellement les fins de constituants, a été depuis retrouvé dans de nombreuses langues (anglais, français, coréen, taiwanais, allemand, hollandais, estonien, tamil, etc.) et pour différents types de structures articulatoires (articulation linguale, labiale, nasale, glottale) (entre autres, Dilley et al., 1996, Byrd et al. 1997, Byrd & Saltzman, 1998; Byrd, 2000; Cho & Keating, 2001; Fougeron, 2001; Cho, Jun & Ladefoged, 2002; Tabain, 2003a, 2003b; Onaka, 2003, Meynadier, 2003 ; Gendrot, 2005, Kuzla, Cho & Ernestus, 2007; Bombien, Mooshammer, Hoole, Rathcke & Kühnert, 2007; Cho, Lee & Kim, 2011 ; Gendrot, Gerdes and Adda-Decker, 2011).

Pour autant, si cet effet se retrouve dans de nombreuses langues et semble affecter tous les articulateurs, il me semble qu'à l'heure actuelle nous ignorons toujours les mécanismes sous-jacents de ce renforcement initial. *Comment est-il contrôlé, si il l'est, et quelle est sa fonction linguistique, si il en a une ?*

Cet état de fait a plusieurs raisons à mon sens :

D'une part, les termes '*prosodic strengthening*' ou '*initial strengthening*' sont largement utilisés dans la littérature en référence soit au phénomène per se (l'interaction entre prosodie et la réalisation segmentale des sons), soit à sa manifestation phonétique spécifique. Dans ce dernier cas, beaucoup d'auteurs se contentent d'une description très réductrice des variations décrites comme une expansion spatiale et/ou temporelle des gestes articulatoires, des articulations '*plus extrêmes*', qui s'observent sur les segments en position prosodique forte (sous l'accent, pré- ou post-frontières) et qui reflètent le poids prosodique du site de réalisation. Dans cette définition très (trop) générale, il n'est pas mentionné que ces variations ne sont pas toujours produites, ni pour tous les constituants considérés, ni pour toutes les répétitions, ni pour tous les locuteurs. En effet, une grande variabilité (intra et inter positions prosodiques, intra et inter locuteurs) est présente dans toutes les études sur le sujet.

D'autre part, la plupart des études se focalisent sur un articulateur, voir deux, en fonction des techniques d'investigation articulatoire utilisées ce qui donne une image partielle du mécanisme moteur sous-jacent. Par exemple, dans mes études j'ai observé l'articulation linguale et l'articulation nasale de la consonne /n/ et ai pu conclure que l'effet de la position prosodique affectait deux composantes de l'articulation de cette consonne nasale mais je n'ai pas étudié en

parallèle l'articulation glottale. Dans d'autres travaux, sur des données EMA par exemple (Cho & Keating, 2001; Tabain, 2003a, 2003b; Bombien, Mooshammer, Hoole, Rathcke & Kühnert, 2007), l'observation de différents articulateurs (ex. lèvres, langue) permet de comprendre les spécificités dynamiques des gestes articulatoires en particulier leurs onset et offset ainsi que leurs coordinations dans les séquences VCV ou CC mais ne permet pas de tester si toutes les propriétés inhérentes à l'articulation du segment sont affectées par la prosodie.

De plus, la majorité des études sur le sujet a porté sur l'articulation des consonnes en position initiale de constituants (Byrd, 2000; Byrd & Saltzman, 1998; Cho, Jun & Ladefoged, 2002; Cho & Keating, 2001; Fougeron & Keating, 1997; Fougeron, 2001; Tabain, 2003a, 2003b; Onaka, 2003, Kuzla, Cho & Ernestus, 2007; Bombien, Mooshammer, Hoole, Rathcke & Kühnert, 2007; Cho, Lee & Kim, 2011). L'observation des variations au niveau de l'articulation glottale, linguale, vélaire, ou de la mâchoire des consonnes en position initiale dans des constituants prosodiques (#C) a appuyé l'idée que ce sont les propriétés consonantiques de la consonne qui sont renforcées en fonction du poids de la frontière prosodique (voir les revues de Fougeron, 1999; Cole, Kim, Choi & Hasegawa-Johnson, 2007, ou Cho 2011). Par exemple, les occlusives initiales dans des constituants prosodiques importants, ont une constriction plus forte (en anglais Fougeron & Keating, 1997; Cho, 2001; en coréen Cho, 1998, Cho & Keating, 1999; en français Fougeron, 1998, 2001; en japonais Onaka, 2003), les consonnes nasales sont moins sonores avec un débit d'air nasal réduit (en français Fougeron 2001) ou une énergie nasale réduite (en anglais Cho & Keating, 2009). Or, cette interprétation des variations observées (i.e. un renforcement des traits consonantiques) ne peut être envisagée dans un modèle global qu'en regardant d'autres types de segments, notamment les voyelles. Il est étonnant que très peu d'études ont porté sur la réalisation des voyelles en position initiale (contrairement à l'effet de l'accent qui est étudié principalement sur les voyelles). On trouve des études portant sur la voyelle de la syllabe initiale (#CV) dans des constituants (Byrd, 2000 ; Byrd & Choi, 2006 ; Cho, 2006, 2008, Cho et al. 2011), mais pas en position initiale absolue (#V). Dans ma thèse, j'avais observé l'articulation linguo-palatale de la voyelle /i/ pour deux locuteurs et le débit d'air nasal de la voyelle nasale /ã/ pour 4 locuteurs en position initiale absolue de mot (W), groupe accentuel (AP) et groupe intonatif (IP). J'avais trouvé que, comme pour les consonnes, la voyelle /i/ était réalisée avec plus de contact linguopalatal après les frontières plus fortes (AP et IP) pour les deux locuteurs, avec une glottalisation plus fréquente, et avec une augmentation progressive de F3 (W<AP<IP). Pour la voyelle nasale, les deux locuteurs sur 4 montrant un effet de la position prosodique montraient une diminution de débit nasal en début d'IP. Ces résultats remettaient en question l'idée d'un renforcement des traits consonantiques spécifiques aux consonnes, puisque

consonnes et voyelles montraient des variations similaires. Ces résultats nous ont poussé à entreprendre de nouvelles recherches sur l'effet de la position prosodique sur les voyelles (voir section B.4).

Enfin, la plupart des études ont été faites de manière isolée et peu de comparaisons sur les manifestations du renforcement prosodique entre les langues ont été menées. En 2004, nous avons entrepris avec mes collègues de UCLA de comparer les effets de la position prosodique sur les consonnes dans différentes langues de structures prosodiques variés, et plus particulièrement de tester en quoi les variations spatiales dans l'articulation des consonnes initiales pouvaient être expliquées par des variations d'ordre temporel.

B.3. Effet de la position prosodique dans différentes langues ; relations entre modifications spatiales et temporelles des articulations consonantiques

Dans notre article de 1997 (Fougeron & Keating 1997), nous avons proposé différentes hypothèses sur la nature du renforcement initial et sur les mécanismes pouvant le gouverner. Parmi celles-ci, nous avons considéré que l'augmentation du contact linguopalatal que nous avons observé en anglais pour les consonnes initiales était le résultat d'un 'overshoot' articulaire déterminé par la durée de ces consonnes. A l'image de l'undershoot des cibles articulaires en parole rapide, les consonnes en positions prosodiques fortes pourraient avoir des articulations plus extrêmes provoquées par l'allongement. Or dans nos données, bien que les variations articulaires spatiales (le degré de contact) suivaient la même tendance que les variations temporelles (durée de l'occlusion) comme illustré sur la figure I.B-1, ces deux paramètres étaient pourtant très peu corrélés (avec des coefficients de corrélation de .09 à .52 en fonction des locuteurs).

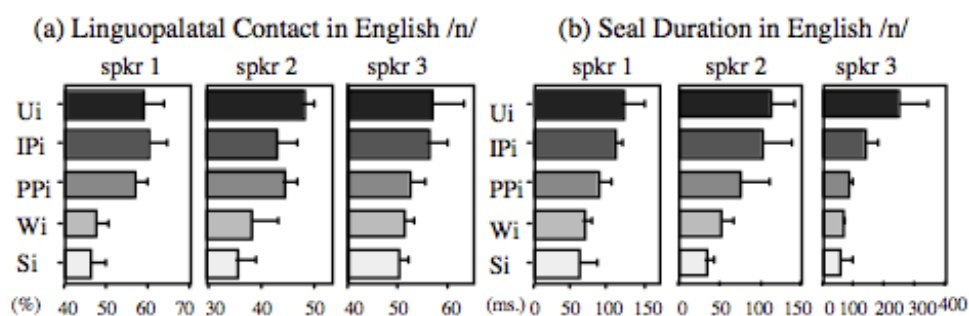


Figure I.B-1. Degré de contact linguopalatal maximal (a, en %) et durée de l'occlusion (b, en ms.) pour la consonne /n/ en anglais, présentés par locuteur et selon la position prosodique de la consonne placée en position initiale (i) de différents constituants prosodiques (U : énoncé, IP : groupe intonatif, PP : syntagme phonologique ou intermédiaire, W : mot, S : syllabe).

Un allongement à l'initial de constituants prosodiques avait déjà été reporté dans la littérature et les travaux de Lehiste (1964) laissaient suggérer que la façon de marquer les frontières prosodiques variait entre les langues. Byrd et al. (1996) avaient d'ailleurs montré qu'en Tamil, le marquage des frontières prosodiques était essentiellement marqué par l'allongement des consonnes initiales et peu par des variations articulatoires d'ordre spatial. Avec les collègues de UCLA (Keating, Cho, Fougeron & Hsu 2004), nous avons donc entrepris de comparer la relation entre les variations articulatoires spatiales et temporelles dans différentes langues afin de *déterminer si le renforcement articulatoire et l'allongement temporel conditionnés par la prosodie pouvaient être deux composants d'un même mécanisme et si le marquage des frontières dépendait des spécificités prosodiques des langues*. Nous avons choisi des langues ayant un accent lexical moins marqué qu'en anglais et pour lesquelles il était plus important de marquer les frontières que le 'stress' : une langue à ton lexical, *le tainanais*, et deux langues sans accent lexical ni ton, *le français* et *le coréen*. Le français et le coréen ont des structures prosodiques similaires, mais le coréen contrairement au français n'a pas d'allongement final ni d'accent final de groupe accentuel. On pouvait alors s'attendre à un plus fort renforcement en début de constituants en coréen alors que le renforcement en français se situerait plutôt en fin de constituants.

Dans les trois langues, les caractéristiques spatiales et temporelles de l'articulation des consonnes /t/ et /n/ (le /t/ lenis en coréen et le /t/ non aspiré en tainanais) a été étudiée en électropalatographie selon leur position initiale dans des constituants de 5 niveaux prosodiques allant de la syllabe (S) à l'énoncé (U). Les données portaient sur deux locuteurs pour le français et le tainanais, et sur trois locuteurs pour le coréen. Les résultats montrent que dans les trois langues, l'articulation linguale de /n/ et /t/ est conditionnée par la position prosodique. Une tendance à une augmentation cumulative du contact linguopalatal est observée du plus bas au plus haut constituant prosodique, comme on le voit dans les figures I.B-2a pour le français et I.B-3a pour le coréen. Pourtant, dans les trois langues, des variations entre locuteurs et entre consonnes sont présentes et tous les niveaux hiérarchiques de constituants ne sont pas distingués par des variations articulatoires. Les distinctions les plus robustes se font entre les niveaux phrastiques supérieurs (IP et U) et les niveaux inférieurs. Au niveau de la durée de l'occlusion, les trois langues montrent des variations similaires à celles du degré de contact, avec un allongement plus important des consonnes suivant la hiérarchie prosodique et avec des distinctions également plus importantes entre U/IP et les niveaux inférieurs. *Les trois langues étudiées, bien que différentes dans leur structure prosodique, présentent donc des tendances similaires, avec un degré de la constriction et un allongement des consonnes dépendant de la position prosodique*. Nous avons prédit des différences entre le français et le coréen sur la base de leurs différences dans la réalisation des Groupes Accentuels.

Ces hypothèses n'ont pas été confirmées: en coréen, il n'y a pas plus de marquage en début de groupes accentuels qu'en français. De plus, en taiwanais où les modulations de f_0 sont utilisées pour marquer les tons lexicaux, le renforcement initial pouvait être un outil efficace pour marquer les frontières prosodiques, mais cette hypothèse n'est pas vérifiée. Le renforcement initial n'est pas plus important en taiwanais.

Pour autant, des différences existent entre les langues. En français (figure I.B-2), on observe que l'allongement des consonnes (2b) est cumulatif comme l'augmentation du contact linguopalatal en fonction de la position prosodique (2a). Les écarts de durée les plus élevés se font entre les débuts de constituants supérieurs (IP et U) et les débuts de constituants inférieurs (les distinctions entre niveaux intermédiaires variant en fonction de la consonne et du locuteur). Les variations temporelles sont relativement bien corrélées aux variations spatiales (r^2 entre .6 et .76). Par contre, aucun effet de la position prosodique n'est trouvé sur le VOT de /t/, comme on le voit sur la figure I.B-4 qui présente les mesures acoustiques du VOT de /t/ dans les trois langues, selon la position prosodique et le locuteur.

En coréen (figure I.B-3), l'allongement des consonnes initiales (3b) est aussi très marqué en position IP et U, mais très peu sur les domaines inférieurs. Les corrélations entre durée d'occlusion et degré de contact linguopalatal sont bien plus fortes qu'en français (r^2 allant de .77 à .91). D'autre part, le coréen est la seule langue pour laquelle un effet de la position prosodique est trouvé sur les mesures de VOT (figure I.B-4), avec un allongement du VOT distinguant quatre niveaux de constituants.

Le français et le coréen se différencient donc sur la force de la relation entre l'allongement et l'augmentation de la constriction linguopalatale et sur l'effet sur le VOT. Il apparaît que la relation entre les dimensions spatiales et temporelles des variations prosodiques est plus forte en coréen, ce qui soutient l'idée d'un *mécanisme d'overshoot temporellement déterminé dans cette langue comparée aux deux autres* (voir aussi Cho 2011). En conclusion, ces résultats suggèrent que l'influence de la position prosodique sur la réalisation phonétique des consonnes est *un phénomène commun aux trois langues, mais que le mécanisme gouvernant ces variations segmentales peut varier entre les langues*.

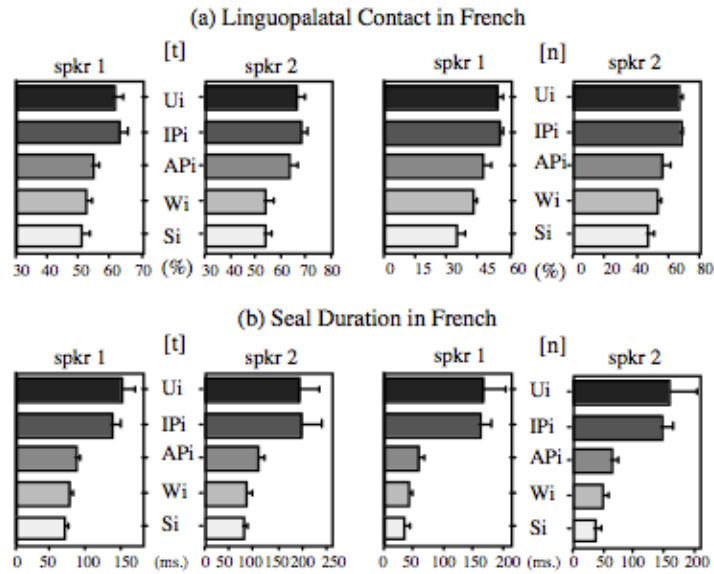


Figure I.B-2. Degré de contact linguopalatal maximal (a, en %) et durée de l'occlusion (b, en ms.) pour les consonnes /t/ et /n/ en position initiale dans différents constituants prosodiques en français, pour deux locuteurs.

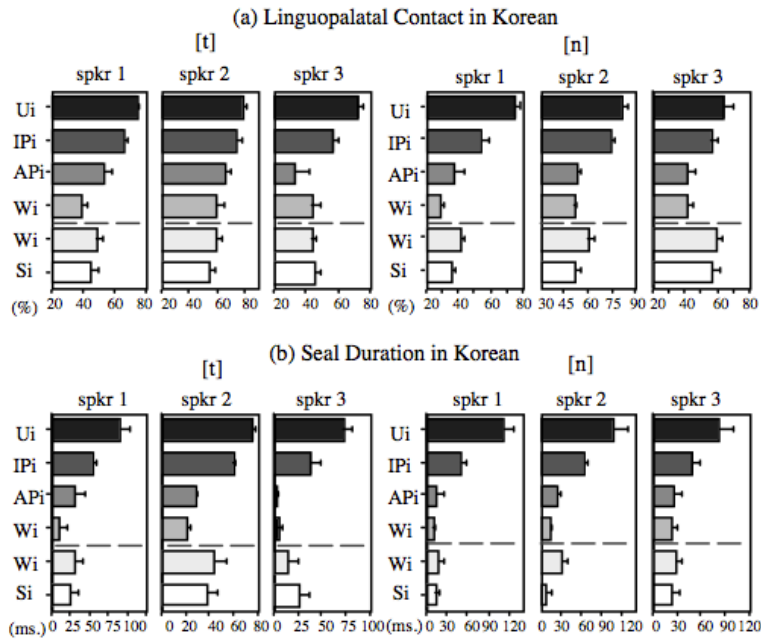


Figure I.B-3. Degré de contact linguopalatal maximal (a, en %) et durée de l'occlusion (b, en ms.) pour les consonnes /t/ (lenis) et /n/ en position initiale dans différents constituants prosodiques en coréen, pour trois locuteurs. La ligne pointillée sépare les données issues de deux corpus différents où la position Wi (début de mot) n'est pas directement comparable

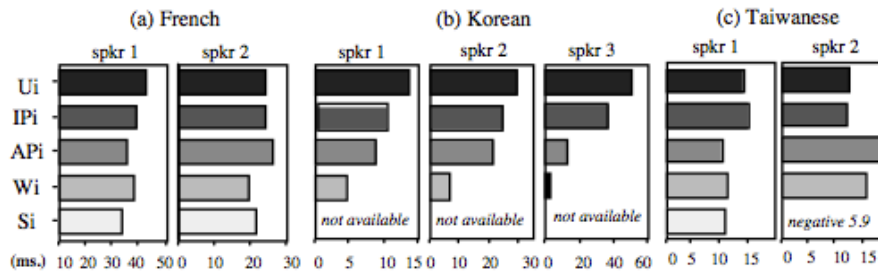


Figure I.B-4. Durée du VOT de /t/ en fonction de la position prosodique et du locuteur en français (a), en coréen (b) et en taiwanais (c).

B.4. Effet de la position prosodique sur les voyelles : interaction avec les contrastes phonologiques

C'est dans le cadre de collaborations avec Laurianne Georgeton, dont j'encadre la thèse depuis 2009 que nous avons poursuivi des travaux traitant de l'effet de la position prosodique sur l'articulation des voyelles en position initiale absolue de constituants.

Notre réflexion est partie du constat que les travaux menés, pendant ces dernières décades, nous donnent une vision que très parcellaire du phénomène de 'renforcement initial'. Le mécanisme gouvernant ces variations et la fonction linguistique de ce processus restent encore des questions ouvertes. Il nous a donc paru essentiel d'essayer de comprendre dans quelles mesures les propriétés phonétiques affectées par la prosodie (les frontières) et la direction des variations observées pouvaient être mises en rapport avec les contrastes phonologiques.

Deux hypothèses majeures ont été avancées dans la littérature pour expliquer comment les variations phonétiques conditionnées par la prosodie peuvent être dictées linguistiquement (voir Cho 2011 pour une très bonne revue). Selon la première hypothèse, le renforcement en position initiale contribue à renforcer le contraste syntagmatique entre le segment initial et ses voisins. Comme vu ci-dessus, dans une séquence V#CV, nous avons observé une augmentation de la constriction linguopalatale de la consonne post-frontière accompagnée d'une augmentation de l'ouverture de la voyelle pré-frontière (Fougeron & Keating 1997). Ces variations peuvent être interprétées comme une augmentation du *contraste syntagmatique* entre les deux segments enjambant la frontière. Cette hypothèse est également soutenue par la majeure partie des variations observées sur les consonnes en position prosodique forte puisqu'elles peuvent être interprétées comme un renforcement de leur caractère consonantique : la consonne plus 'consonnantique' se distinguerait d'avantage des voyelles adjacentes dans la chaîne. Pour les voyelles, les variations en position finale ou sous l'accent ont été interprétées comme une stratégie d'augmentation de sonorité ('sonority expansion' hypothesis, Beckman, Edwards & Fletcher, 92). Ainsi, l'effet de la prosodie sur l'articulation segmentale agirait sur la sonorité des

segments dans la chaîne parlée, renforçant la sonorité des voyelles et diminuant la sonorité des consonnes. Selon la seconde hypothèse, avancé par de Jong (1995) pour expliquer les variations prosodiques sous l'accent, le renforcement prosodique résulterait plutôt d'une hyperarticulation locale (Lindblom, 1990) contribuant à renforcer les traits distinctifs du segment participant ainsi au renforcement du *contraste paradigmatique*. La question étant de savoir si tous les traits sont renforcés et dans le cas contraire, lesquels.

Afin de tester ces hypothèses et comprendre comment les variations prosodiques pouvaient interagir avec le contraste linguistique, il nous a semblé essentiel *de procéder à une investigation, non sur quelques segments isolés comme c'est généralement le cas, mais sur un système de contraste plus complet*. Nous avons donc choisi de travailler sur le système des 10 voyelles orales du français, /i, e, ε, a, y, ø, œ, u, o, ɔ/, un système vocalique dense, organisé selon 4 degrés d'aperture et 2 degrés d'antériorité-postériorité. Au niveau de l'arrondissement, celui-ci est contrastif entre les paires de voyelles antérieurs et redondant pour les voyelles postérieures. Dans ce système où les degrés de liberté articulatoire sont limités, nous avons cherché à voir (1) *si toutes les voyelles sont affectées par la position prosodique dans la même direction* ou selon leur spécificités phonétiques et phonologiques et (2) *comment les variations conditionnées par la prosodie interagissent avec les contrastes* au sein du système vocalique.

Deux positions prosodiques extrêmes ont été étudiées : une position forte, la position initiale de Groupe Intonatif (IP) et une position faible, en milieu de Groupe Intonatif au début d'un mot qui fait partie d'un mot composé (position que l'on nottera W). Les dix voyelles apparaissent en position IP et W dans des séquences [ip#VC] où la voyelle V est le segment initial d'un prénom (inventé) de trois syllabes. Elle est toujours précédée de la séquence [ip] et la consonne C suivante est la consonne bilabiale /p/ excepté pour les mi-ouvertes /ε/, /œ/, et /ɔ/. Les 20 phrases du corpus (2 positions prosodiques*10 voyelles) ont été lues dans un ordre aléatoire par quatre locutrices natives (de 25 à 40 ans) pour un total de 16 répétitions par voyelle et position. Le corpus a été enregistré en simultané avec un micro-casque pour l'analyse acoustique, une caméra vidéo, et le Qualisys (motion capture system) pour l'analyse articulatoire des lèvres et du menton. Une synchronisation a posteriori de ces trois signaux a permis d'extraire plusieurs paramètres acoustiques et plusieurs paramètres articulatoires. D'un point de vue acoustique, nous nous sommes intéressées aux variations spectrales des voyelles sur F1, F2, F3, F4, sur les distances F2-F1, F3-F2, F4-F3 qui constituent les caractéristiques focales de certaines des voyelles du français, et enfin sur une mesure de dispersion/réduction du système (des distances aux centroïdes F1/F2 et F2/F3). Des mesures de durée et d'intensité acoustiques ont aussi effectuées. D'un point de vue articulatoire, l'aperture et l'étirement des lèvres, et l'aire aux

lèvres ont été mesurées à partir de mesures prises sur le contour interlabial extraites des vidéos ; une mesure de protrusion des lèvres et d'abaissement de la mâchoire (via une mesure du menton) ont été prises à partir des données Qualisys.

Les résultats sont les suivants. Sur les mesures articulatoires, quelque soit la spécificité de la voyelle, l'effet de la position prosodique est uniforme. Que les voyelles soient arrondies ou non-arrondies, on observe en début d'IP (vs. W) que les voyelles présentent une plus grande ouverture aux lèvres, un plus grand étirement et une plus grande aire aux lèvres. Ces effets, illustrés sur les figures I.B-5 pour l'aire aux lèvres et I.B-6 pour l'étirement et l'aperture, s'observent pour quasi tous les locuteurs et voyelles (sauf pour la voyelle /œ/, en terme d'aperture). Par contre, la protrusion, qui est un corrélat essentiel dans le contraste d'arrondissement des voyelles du français, n'est pas affecté par la position prosodique (sauf pour la voyelle /œ/ qui est moins protru en IP). De même, un effet sur la position du menton ne s'observe que pour deux voyelles, avec un plus grand abaissement en position IP pour /u/ et /o/.

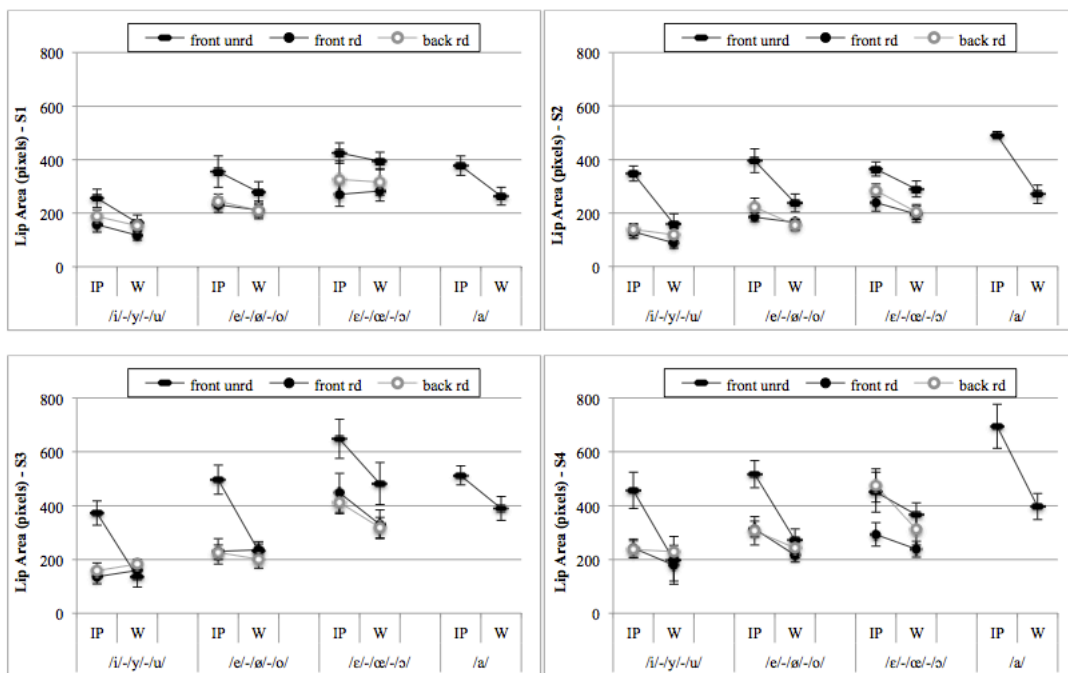


Figure I.B-5. Variations d'aire aux lèvres des voyelles orales françaises en position IP vs. W, présentées par degré d'aperture (voyelles fermées, mi-fermées, mi-ouvertes et ouvertes) et en fonction de leur spécification (voyelles arrondies antérieures, non-arrondies antérieures et arrondies postérieures)

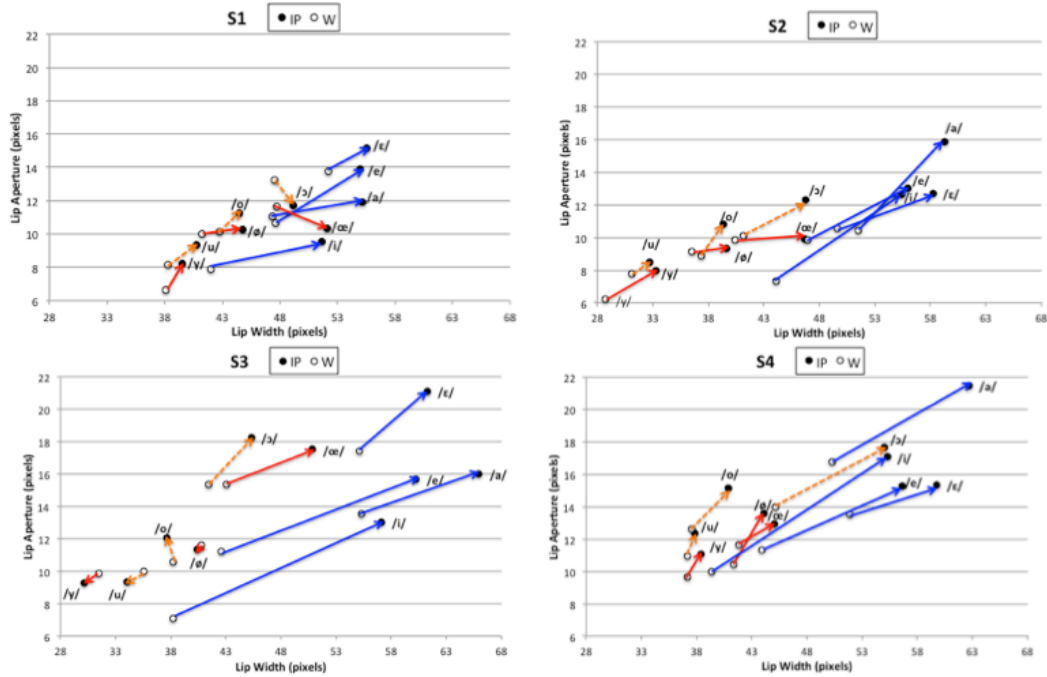


Figure I.B-6. Variations d'aperture aux lèvres et d'étirement des lèvres pour les voyelles orales françaises en position IP vs. W, par locuteurs. Les flèches montrent la variation de la position W à la position IP, en trait plein bleu pour les voyelles non-arrondie et en trait plein rouge pour les arrondies antérieures, et en pointillé pour les arrondies postérieures.

Sur les mesures de formants, l'effet de la position prosodique n'est pas identique pour toutes les voyelles, mais dépend des spécificités de celles-ci. Certaines de ces variations peuvent être interprétées comme un renforcement des caractéristiques acoustiques de la voyelle en début d'IP. Il s'agit de l'augmentation du formant F1 pour les voyelles ouvertes et mi-ouvertes /a, ɛ, œ, ɔ/; l'augmentation de F2 pour les voyelles antérieures /e, ø, ε, œ/ et sa diminution pour la voyelle /o/; l'augmentation de F3 pour les voyelles non-arrondie /i, e, ε/ et sa diminution pour les voyelles arrondies /y, ø/; la réduction des distances F2-F1 pour les voyelles postérieures /u, o, ɔ/ et F3-F2 pour la voyelle /y/, ces distances marquant le caractère focal de ces voyelles.

Est-ce que ces résultats sont en faveur d'une *d'expansion de sonorité* en début d'IP? L'augmentation de l'aire aux lèvres observée pour toutes les voyelles pourrait contribuer à augmenter la sonorité des voyelles. Au niveau de la durée, il n'y a pas d'augmentation générale en position IP. Seules les voyelles /u/ et /œ/ sont allongées, alors que /ε/ et /a/ sont plus courtes et les autres voyelles sont de même durées qu'en début de mot. Au niveau de l'intensité par contre, une augmentation en position IP est observée pour les voyelles /i, y, u, ε, œ, a, ø/, alors qu'elle est diminuée pour /e, ɔ/. *Au niveau de l'aperture labiale et de l'intensité, il semblerait donc que les voyelles puissent être syntagmatiquement plus distinctes des consonnes adjacentes lorsqu'elles sont en position IP.*

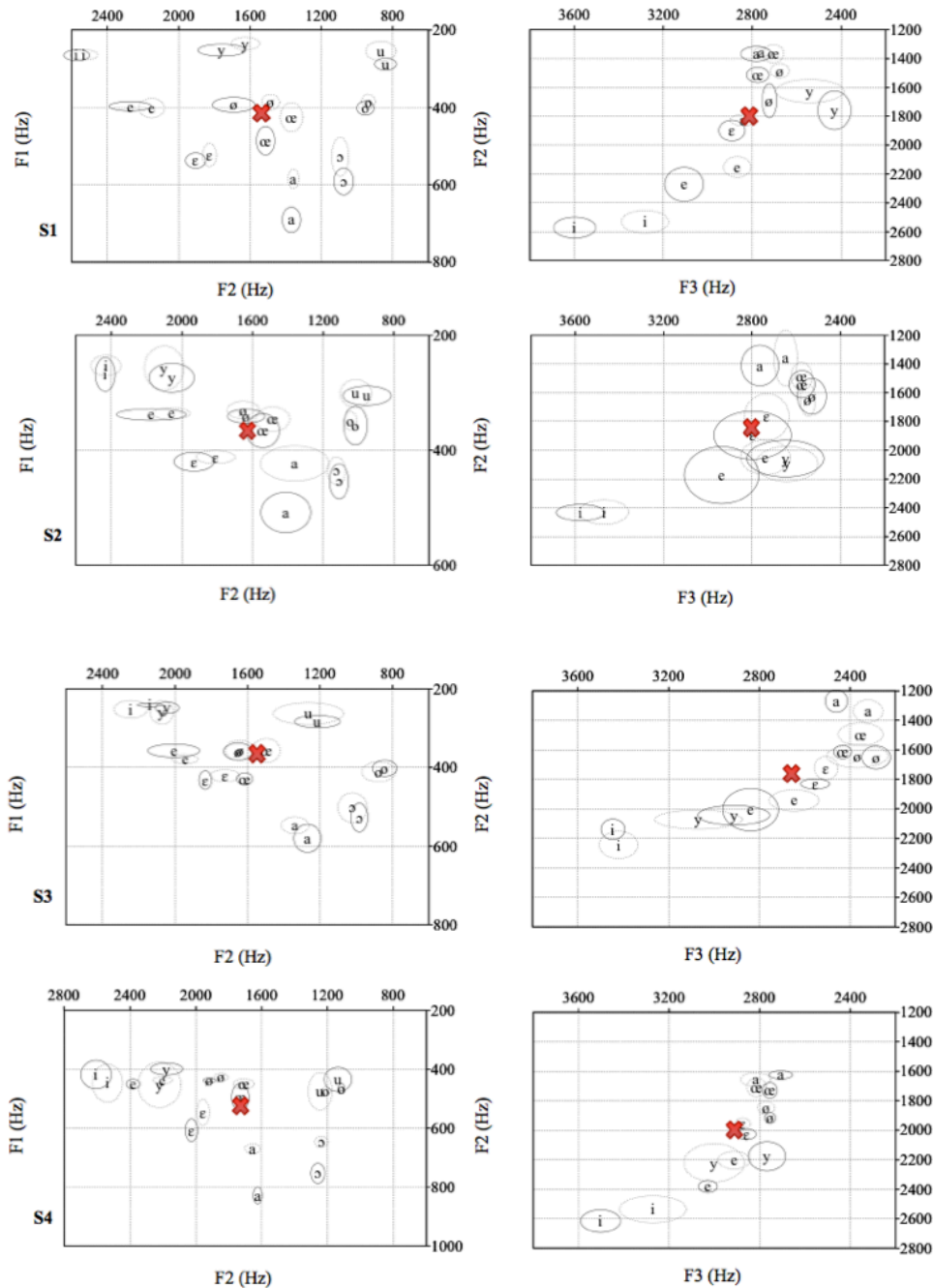


Figure I.B-7 Espaces vocaliques sur les plans F1/F2 (à gauche) et F2/F3 (à droite) pour les voyelles en position IP (en lignes plaines) et W (en ligne pointillées) pour les 4 locuteurs (S1-4). En rouge est indiqué le centroïde du système en position W.

Concernant un potentiel *renforcement des traits distinctifs* en début d'IP, nos données apportent des éléments de réflexion intéressants. Nos données montrent que seules quelques spécificités pouvant être distinctives pour une classe de voyelle donnée apparaissent renforcées en début d'IP. Pour les voyelles [+bas], le trait est renforcé par une augmentation de F1, mais les voyelles [-bas] ne sont pas renforcées par une diminution de F1. Pour les voyelles [+haut], seule

la voyelle /ø/ est renforcé par une augmentation de F1 mais les voyelles [-haut] ne sont pas renforcées par une diminution de F1. Les traits [+ant] et [-ant] sont renforcés respectivement par l'augmentation de F2 pour les voyelles /i/ et /e/ et par la diminution de F2 pour la voyelle /o/ mais aucun effet n'est observé sur la voyelle /ε/, sur les voyelles antérieures arrondies /y, ø, œ/ et sur les voyelles postérieures /u, ɔ/. En ce qui concerne les traits [+rond] et [-rond], au niveau du contour labial, les données montrent une augmentation globale des paramètres d'étirement et d'aperture pour l'ensemble des voyelles, arrondies et non-arrondie. Cette augmentation générale de l'aire aux lèvres pourrait être interprétée comme un renforcement du trait [-rond], mais elle ne soutient en aucun cas l'idée d'un renforcement du trait [+rond]. En effet, les voyelles arrondies ne sont pas plus arrondies articulatoirement, et ceci est vrai aussi bien pour les voyelles arrondies antérieures pour lesquels le trait est distinctif, que pour les voyelles arrondies postérieures pour lesquels le trait d'arrondissement est redondant/secondaire. Par contre, au niveau acoustique on observe que les traits [+rond] et [-rond] des voyelles antérieures sont renforcés respectivement par la diminution de F3 pour les voyelles /y, ø/⁸ et par l'augmentation de F3 pour les voyelles /i, e, ε, a/. En résumé, *il apparaît que les variations observées en position IP vont dans le sens d'un renforcement des traits distinctifs pour certaines voyelles.*

L'interprétation de nos résultats apparaît plus clairement quand on analyse les conséquences des variations observées en regard des contrastes vocaliques dans le système. *En position IP certains contrastes vocaliques sont renforcés.* Si l'on considère le contraste d'arrondissement entre les paires /i-y/ et /e-ø/ en termes d'aire aux lèvres (et d'aperture et étirement) et de F3, le contraste [±rond] apparaît comme augmenté en position IP. Ceci est illustré sur la figure I.B-5 où l'on voit qu'en terme d'aire aux lèvres, la différences entre les voyelles antérieures arrondies (/y/ et /ø/) et non-arrondies (/i/ et /e/) est plus importante en position IP qu'en début de mot (W). Ce renforcement du contraste au sein des paires est essentiellement dû à une augmentation plus importante de l'aire aux lèvres en IP pour les non-arrondies que pour les arrondies. La même tendance s'observe pour F3 sur la figure I.B-7 : l'augmentation de F3 entre les /i/ en IP et W est plus importante que la diminution de F3 entre les /y/ en IP et W, permettant ainsi une plus grande distinction entre /i/ et /y/ en IP qu'en W. De même, pour le contraste [±ant], on observe un effet sur les paires /y-u/, /ø-o/, /œ-ɔ/, /e-o/ et /ε-ɔ/, en terme de F2. Les différences de F2 sont plus importantes au sein des paires de voyelles en position IP. Cette maximisation du contraste [±ant] se traduit donc par une tendance à l'élargissement du triangle

⁸ La diminution de F3 pour les voyelles antérieures arrondies en dépit d'une augmentation de protrusion ou d'une diminution de l'aire aux lèvres reste à expliquer. L'absence de données sur la position de la langue ou la position du larynx ne nous permet pas d'expliquer par quelle stratégie compensatoire les locuteurs arrivent à un allongement de la cavité dont dépend F3. Ceci reste à étudier.

vocalique sur le plan F2 en début d'IP, qui s'observe sur la figure I.B-7. Au niveau du contraste [\pm bas], une maximisation du contraste s'observe aussi sur les paires de voyelles moyennes mi-fermées vs. mi-ouvertes /e- ϵ /, / ϕ - α / et /o- ɔ / qui diffèrent plus entre elles en début d'IP en termes de F1 et en termes d'aperture aux lèvres pour /e- ϵ / et /o- ɔ / uniquement. Cette expansion du triangle sur l'axe F1 qui apparaît nettement sur la figure I.B-7, résulte essentiellement d'un abaissement des voyelles basses (ouvertes et mi-ouvertes). Par contre, entre les voyelles fermées et mi-fermées le contraste d'aperture est peu modifié (seul /y- ϕ / sont plus distinctes en terme de F1 et /i-e/, /u-o/ en terme d'aperture aux lèvres). Enfin, les mesures de distances des voyelles aux centroïdes F1/F2 et F2/F3 montrent que les variations spectrales en position IP concourent à une expansion globale du système vocalique, avec une expansion de l'espace acoustique en position IP.

En conclusion, ces résultats apportent des arguments très forts en faveur d'une *motivation linguistique* aux variations conditionnées par la position prosodique. En effet, *les modifications spectrales et articulatoires observées sur les voyelles en début d'IP contribuent à maximiser les contrastes au sein du système vocalique.*

L'observation d'un système complet nous a permis de voir que *cette maximisation des contrastes se fait sur des dimensions sur lesquelles la variation est permise* (i.e. est moins compromettante). En effet, le renforcement du contraste [\pm rond] se fait par des variations plus importantes sur les voyelles les moins contraintes au niveau de leur spécificité labiale (i.e. les voyelles non-arrondies). De même, le renforcement du contraste [\pm bas] se réalise par des variations sur les voyelles les plus libres de varier en terme d'abaissement de la langue ou de la mâchoire (i.e. les voyelles basses), alors que le renforcement du contraste [\pm ant] qui se traduit par des variations sur les voyelles antérieures ou postérieures semble refléter le plus fort degré de liberté de la langue sur l'axe antéro-postérieur (et de sa coordination avec les lèvres).

Valorisation

Publications majeures sur la thématique

-
- ACL** Georgeton L. & Fougeron C. (accepted). Domain-initial strengthening on French vowels and phonological contrasts: evidence from lip articulation and spectral variation. *Journal of Phonetics*
-
- ACL** Keating P., Cho T., Fougeron C., Hsu C.-S. (2004), Domain-initial articulatory strengthening in four languages. In J.K. Local, R. Ogden and R.A.M. Temple (eds.) *Papers in Laboratory Phonology VI: Phonetic interpretation*. Cambridge: CUP, pp. 145-163.
-
- ACL** Fougeron C. (2001) Articulatory properties of initial segments in several prosodic constituents in French. *Journal of Phonetics*, 29(2), 109-135.
-

-
- ACL** Fougeron C. & Keating P. (1997), Articulatory strengthening at edges of prosodic domain. *Journal of the Acoustical Society of America* 106 (6), 3728-3740.
-
- ACTI** Georgeton L., N. Audibert, C. Fougeron (2011) Rounding and Height Contrasts at the Beginning of Different Prosodic Constituents in French, *International Congress of Phonetic Sciences (ICPHS'11)*, Hong Kong, 17-21 Août 2011, pp. 739-742.
-

Encadrement de thèse :

Laurianne Georgeton (2009- prévue novembre 2013) *Renforcement des voyelles orales du français en position initiale de constituants prosodiques: interaction avec les contrastes phonologiques*. Université Paris 3/Sorbonne-Nouvelle. Sous la direction de Jacqueline Vaissière et Cécile Fougeron.

C. Frontières lexicales et syllabation : études sur l'enchaînement et la liaison en français

Mes travaux sur le marquage phonétique des frontières ont également porté sur des unités n'entrant pas à proprement parlé dans la Hiérarchie Prosodique : les frontières d'unités lexicales.

Il est traditionnellement décrit que les frontières de mot en français s'effacent en parole continue (Grammont, 1938:102) sous l'effet de processus provoquant la syllabation des consonnes finales de mots avec la voyelle initiale du mot suivant. L'enchaînement consonantique en parole continue et la liaison (enchaînée) font partie de ces phénomènes en français. Par exemple, la forme de surface de la phrase 'cette histoire amusante et vraie' est décrite avec la structure syllabique suivante [sɛ.t#is.twa.ɸ#a.my.zã.t#e.#vɸɛ], où (.) et (#) indiquent respectivement les frontières syllabiques et lexicales.

Les phénomènes des sandhi externes comme la liaison et l'enchaînement sont intéressants car ils touchent à une question centrale pour les *théories prosodiques* mais aussi pour les *modèles de production et de perception*, à savoir la question de la syllabation de la chaîne parlée :

(a) Ils soulèvent la question de savoir à quel niveau se fait la syllabation de la chaîne parlée et sur quel domaine la chaîne est syllabée. En effet la syllabation de la chaîne [sɛ.t#is.twa.ɸ#a.my.zã.t#e.#vɸɛ] peut être considérée comme le résultat d'une RE-syllabation si l'on considère une première syllabation au niveau lexical (où les consonnes d'enchaînement ou de liaison sont en position coda) suivie d'une nouvelle syllabation au niveau post-lexical où les consonnes seraient re-syllabées en attaque de la syllabe suivante au travers des frontières de mots. Il est aussi possible de voir cette structure comme une simple syllabation, si l'on suppose que la syllabation ne se fait qu'au niveau d'un constituant plus large (comme le mot phonologique) où la consonne est directement syllabée comme une attaque (Levelt et al. 1999).

(b) Dans ces deux conceptions, indépendamment du niveau auquel se fait la syllabation, il est généralement admis que la consonne de liaison ou d'enchaînement devient une attaque de syllabe. Si tel est le cas, cette syllabation au travers des frontières lexicales provoque un *non-alignement entre*

frontières syllabiques et frontières lexicales et/ou frontières de constituants prosodiques supérieurs si les sandhi se font au travers de frontières de constituants phrastiques (comme c'est le cas pour l'enchaînement au travers des frontières de GA, voir partie A.4). *Ce non-alignement soulève donc la question des relations entre constituants prosodiques, entre constituants prosodiques et lexicaux, et de la définition des domaines d'application des phénomènes* (voir A.4 sur ce point).

(c) Ce non alignement soulève également *la question du rôle de la syllabe dans les stratégies de segmentation lexical et d'accès lexical*. Cette problématique a été au cœur des recherches que j'ai effectuées pendant mon post-doctorat à l'Université de Genève, où j'ai travaillé avec Uli Frauenfelder et Alain Content dans le cadre d'un projet sur le rôle de la syllabe en perception. Selon leur modèle, la syllabe est considérée comme une unité de segmentation⁹. Leur *Syllable Onset Segmentation Heuristic (SOSH)* donne un rôle essentiel aux attaques de syllabes puisqu'elles seraient des points d'alignement sur lesquels l'accès lexical serait initié (Content, Dumay, and Frauenfelder 2000; Content, Kearns, and Frauenfelder 2001). Or, si à chaque attaque de syllabe une recherche lexicale est activée, un non-alignement entre une frontière de syllabe et un début possible de mot entraînerait un coût pour le traitement. Une ambiguïté transitionnelle de segmentation apparaîtrait, ce qui obligerait l'auditeur à reconsidérer son choix de segmentation entraînant ainsi un délai dans la procédure de segmentation. De plus, l'accès lexical serait perturbé si l'activation du mot non-aligné est ralentie ou perturbée, et si des compétiteurs lexicaux sont activés à la frontière syllabique non lexicale. Par exemple, dans une phrase comme 'chaque petite amie', une activation du mot 'tamis' viendrait en compétition avec le mot non-aligné 'amie'.

C.1. frontières de mot – préservation des contrastes en production et perception dans des cas d'enchaînement consonantiques en français

L'enchaînement entre un mot se terminant par une consonne et le mot suivant commençant par une voyelle (par exemple 'chaque ami' => [ʃa.kɑ.mi]) est un phénomène de sandhi existant dans beaucoup de langues. Ce phénomène est particulièrement intéressant en français dans la mesure où il est traditionnellement décrit que la resyllabation qu'il provoque est plus systématique et plus complète. Alors qu'en anglais ou en allemand, la resyllabation est considérée comme optionnelle et partielle (Delattre, 1965). Ainsi une séquence comme 'd'une autre' a été décrite comme homophone à 'du nôtre'. L'enchaînement provoquerait alors une neutralisation de contraste entre une forme enchaînée VC#V et une forme sous-jacente V#CV.

Pourtant, lorsque l'on regarde la littérature phonétique ancienne, on trouve des travaux suggérant que cette perte de contraste n'est qu'apparente. En effet, Passy (1895), Rousselot (1924 :974), Durand (1936), Delattre (1940) montrent qu'une séquence de mots enchaînés peut se

⁹ Et non une unité de classification comme chez Mehler et al. (1981).

distinguer d'une séquence comportant une consonne initiale sous-jacente, principalement par des différences de durée. Plus tard, Rialland (1986), Dumay, Content, and Frauenfelder (1999), Gaskell, Spinelli, and Meunier (2002), and Spinelli, McQueen, and Cutler (2003) ont aussi trouvé que les consonnes d'enchaînement sont généralement plus courtes que les consonnes initiales de mot, et que les voyelles précédant les consonnes d'enchaînement sont plus longues. Rialland (1986) and Laeuffer (1987) ont aussi montré des différences spectrales entre un /R/ enchaîné et un /R/ en initial de mot.

En revanche, ces résultats ne permettent pas de dire si la différence entre une consonne resyllabée et une consonne initiale est due à une différence d'affiliation syllabique (attaque vs. coda) ou d'affiliation lexicale (initiale de mot vs. finale). En effet, les travaux antérieurs ont généralement comparé des consonnes d'enchaînement à des consonnes d'attaques initiales de mot mais pas à des attaques non-initiales de mot. Or, si l'on considère que l'articulation des segments varie en fonction de leur position dans la syllabe et dans le mot (voir B1), la consonne d'enchaînement pourrait devenir une attaque de syllabe mais conserver les caractéristiques de sa position dans le mot (non-initiale), ou bien prendre les caractéristiques d'une consonne extra-syllabique (lexicale mais ni attaque, ni coda). Ainsi, la forme de surface créée par l'enchaînement pourrait porter des indices de la restructuration syllabique, i.e. des traces de la structure syllabique originale des mots enchaînés et/ou des frontières lexicales, et en ce sens serait une resyllabation incomplète. Un autre aspect à noter dans les études antérieures, est la confusion faite entre les arguments relevant du phénomène de re-syllabation per se (i.e. les consonnes d'enchaînement devenant des consonnes d'attaque) et les arguments concernant la neutralisation du contraste entre des séquences créées par l'enchaînement et des séquences contenant des attaques sous-jacentes. D'autre part, la plupart de ces études a porté soit sur un nombre limité de locuteurs et de production, soit sur un nombre limité de type de consonnes.

Les objectifs de nos travaux sur l'enchaînement en français (Fougeron et al. 2002, 2003 ; Fougeron, 2007) ont donc été, d'une part, *d'identifier des corrélats acoustiques distinguant frontières de mots et frontières de syllabes* en comparant des consonnes d'enchaînement à des attaques initiale de mot et des attaques non-initiale de mot, et d'autre part, *de tester la neutralisation de contraste entre des séquences enchaînées V#CV et des séquences comportant des consonnes d'attaque sous-jacentes V#CV*.

Un vaste corpus de 91 triplets contenant des séquences VCV identiques a été construit pour répondre à trois conditions de frontières (a) une condition d'enchaînement (C#V), ex : « cale égale », (b) une condition avec une frontière de mot (consonne initiale (#CV), ex : « cas légal », (c) une condition avec une frontière de syllabe (consonne d'attaque en milieu de mot (.CV), ici un non-mot «*qualégal»). Ces séquences ont été insérées dans un contexte

phrastique faisant sens et pour lequel la position de la séquence test et la structure prosodique des phrases ont été contrôlées. Les productions de 8 locuteurs ont été enregistrées. Plusieurs caractéristiques acoustiques ont été mesurées : la durée des voyelles et de la consonne pivot, différentes caractéristiques spectrales de cette consonne (4 moments spectraux, énergie RMS) et des voyelles (formants) adjacentes.

Les résultats principaux de ces comparaisons triangulaires (.C#V, #CV, .CV), sont les suivants :

(a) Il existe quelques indices acoustiques, distribués dans le signal, qui permettent de différencier une attaque en position initiale de mot (#CV) d'une attaque en position médiane de mot (.CV). Ces indices que l'on interprète comme des indices de frontières de mots peuvent être portés sur la consonne (essentiellement pour /t/) mais également sur les voyelles adjacentes (allongement et variation spectrale de la voyelle précédente dans la condition (#CV), et variation temporelle de la voyelle suivant la consonne).

(b) On peut observer des différences acoustiques entre les consonnes d'enchaînement et les consonnes d'attaque, qu'elles soient en début ou milieu de mot. Ces différences apparaissent essentiellement sur la consonne /R/ qui montrent des différences temporelles et spectrales très intéressantes. Le manque de comparaison avec des consonnes coda non enchaînée (que nous n'avons pas réussi à faire produire à nos locuteurs) ne nous permettent pas de conclure si ces différences acoustiques sont dues au fait que la consonne d'enchaînement préserve des traces de sa position coda ou position finale de mot sous-jacente, ou bien si la consonne enchaînée n'est simplement pas une consonne d'attaque re-syllabée.

(c) Toutefois, il est clair que le contraste entre les séquences C#V, #CV (et .CV) n'est pas neutralisé. Les voyelles adjacentes (en particulier la voyelle précédant la consonne) ont également des propriétés différentes, contribuant à la préservation du contraste.

Ces résultats soulèvent la question de la *pertinence perceptive de ces indices disponibles qui caractériseraient les formes enchaînées*. Cette question a été abordée dans une expérience de perception avec une tâche de détection de fragment. Les auditeurs avaient pour tâche de détecter une cible spécifiée de la forme CV (ex. /ta/) dans une séquence porteuse (ex. [vātam]) issue des trois conditions de frontières explicitées ci-dessus. Dans la condition d'enchaînement, la cible CV correspondait à la séquence hétéro-syllabique formée par la consonne d'enchaînement suivie de la voyelle initiale du mot suivant ([ta] de 'savante amie') ; dans la condition 'frontière de mot', elle correspondait à la syllabe initiale du deuxième mot ([ta] de 'savantamis') ; et dans la condition 'frontières de syllabe', à une syllabe médiane ([ta] de '*tavantam?'). Dans les séquences porteuses présentées auditivement, la séquence CV cible était incluse dans une syllabe finale CVC (ex.

[vātam]) de façon à ce que cette cible ne corresponde pas à une syllabe complète. 23 participants ont pris part à l'expérience.

Les résultats montrent que *le maintien du contraste observé en production se reflète en perception : les auditeurs traitent différemment les séquences issues de la condition d'enchaînement*. Ce qui est surprenant, c'est que les auditeurs détectent avec de meilleures performances et ont tendance à être plus rapide dans la condition d'enchaînement. Bien qu'il nous reste à expliquer pourquoi la détection d'une séquence hétéro-syllabique (C#V) est meilleure que celle d'une séquence tauto-syllabique (#CV ou .CV), les résultats montrent que les auditeurs peuvent utiliser les informations acoustiques disponibles pour distinguer les trois conditions de frontières. *Le contraste perceptif est préservé entre la condition d'enchaînement et les deux conditions avec consonnes d'attaque sous-jacentes*.

Dans une seconde expérience menée en collaboration avec mes collègues de Genève (Bagou et al. 2007), nous avons cherché à voir si les indices acoustiques étaient suffisamment saillants pour pouvoir discriminer des séquences voyelles-consonnes-voyelles issues des trois conditions de frontières décrites ci-dessus et présentées par paire. Les résultats montrent que les auditeurs peuvent discriminer certaines paires, mais les effets observés restent assez difficiles à interpréter.

En conclusion, ces travaux montrent que *le processus d'enchaînement n'implique pas de neutralisation acoustique ou perceptive du contraste entre des séquences enchaînées et des séquences contenant une consonne d'attaque sous-jacente*. Dans le processus d'enchaînement, *la re-syllabation n'est pas complète* dans le sens où des indices de frontières de mots supposées être 'effacés' par la restructuration syllabique dans la chaîne parlée restent identifiables en production et perception.

C.2. Statistiques de corpus : productivité des phénomènes de liaison et enchaînement en français

En collaboration avec Jean Philippe Goldman, puis avec Elisabeth Delais-Roussarie et plus récemment avec Martine Adda-Decker, nous nous sommes intéressés à la productivité des phénomènes de sandhi externes dans le français parlé.

Notre motivation première était de déterminer si les phénomènes de liaison et d'enchaînement qui ont fait couler beaucoup d'encre dans la littérature, étaient des phénomènes fréquents en français. L'abondante littérature donnant de multiples taux de réalisation ou non-réalisation de la liaison dans des corpus divers et variés, ne nous semblait pas répondre à notre question. En effet il ne s'agit pas uniquement de savoir combien de liaisons ou enchaînements sont réalisées sur les contextes potentiellement réalisables, mais de savoir si dans un énoncé, les liaisons et enchaînements sont abondants ou plutôt rares. Derrière cette question plutôt simpliste,

se posait le problème de l'intégration de ces variantes de prononciation dans le modèle de segmentation lexicale sur lequel j'ai travaillé pendant mon post-doc à l'Université de Genève. Ce modèle SOSH, présenté plus haut, repose essentiellement sur la localisation des débuts de syllabe comme point de segmentation. Or, même si nous avons montré que des indices étaient présents dans le signal et pouvaient être utilisés pour différencier des formes enchaînées de formes avec attaque sous-jacente, nous étions conscients que ces indices étaient tenus et variables. D'autre part, nous n'avions pas testé leur utilité dans un test de segmentation lexicale, et nos travaux se limitaient à l'enchaînement et non à la liaison. Il nous semblait donc essentiel *d'évaluer la fréquence d'occurrence des phénomènes de liaison et d'enchaînement qui pourraient créer un non-alignement entre frontières lexicales et frontières syllabiques potentiellement compromettant pour une stratégie de segmentation lexicale basée sur les attaques de syllabe*. Nous avons donc entrepris plusieurs travaux sur corpus pour comprendre la productivité des phénomènes de liaison et d'enchaînement en français.

Deux corpora ont été étudiés :

(a) Dans le cadre d'un mémoire d'étudiants que nous avons co-encadré avec J. P. Goldman à l'Université de Genève, nous avons constitué un corpus de parole SYLSWISS comprenant les productions de 10 locuteurs suisse-romands, en lecture (texte adapté de passage de journaux, pour un total de 18790 mots) et en spontané (entretien avec un ami, pour un total de 22550 mots).

(b) Ce corpus a été par la suite complété par un corpus d'E. Delais-Roussarie, ACSYNT, enregistré auprès de 17 locuteurs toulousains dans une tâche de lecture (13437 mots) et de spontané (80064 mots)

L'ensemble des données (134841 mots, 27 locuteurs) a été transcrit orthographiquement. Cette transcription a été entièrement alignée sur le signal sous Praat et a été phonétisée automatiquement.

Dans un premier temps, nous avons procédé à une estimation des contextes potentiels de liaison et d'enchaînement afin de déterminer leur potentialité d'occurrence dans la langue. Les contextes d'enchaînements potentiels étaient définis comme la co-occurrence d'un mot 1 se terminant par une consonne suivi d'un mot 2 commençant par une voyelle. Les contextes de liaisons potentielles étaient définis comme la co-occurrence d'un mot 1 se terminant par une consonne latente de liaison (/t, n, z, R, p/) et un mot 2 commençant par une voyelle. Cette définition, souvent adoptée dans les études sur corpus n'inclut donc aucun critère linguistique sur le fait qu'une liaison est linguistiquement possible ou non. De ce fait, le nombre de contextes potentiels générés est une surestimation du nombre de contextes effectivement possibles. Le comptage des contextes de liaison et d'enchaînement potentiels a été semi-automatisé à l'aide

d'une phonétisation préalable du corpus avec le phonétiseur de F. Yvon et d'une procédure d'extraction automatique par requêtes à l'aide du logiciel Monoconc Pro. Ensuite, nous avons observé sur un échantillon du corpus total (le corpus SYLSWISS), la fréquence d'occurrence des liaisons et enchaînements effectivement réalisés. Ce comptage a été effectué manuellement par écoute et visualisation du signal, par 2 juges successifs.

| | Cliaison | | C€ | | mot #V | | mot C# | |
|----------|----------|------|------|------|--------|------|--------|------|
| | Spon | Lect | Spon | Lect | Spon | Lect | Spon | Lect |
| ACSYNT | 8 | 7 | 8 | 7 | 24 | 14 | 20 | 25 |
| SYLSWISS | 8 | 13 | 7 | 8 | 19 | 18 | 21 | 24 |

Tableau I.C-1 : Nombre moyen par 100 mots de contextes de liaison (liaison) et d'enchaînement (€) potentiels, de mot commençant par une voyelle (#V) ou finissant par une consonne (C#).

Nous avons trouvé plus de 12000 contextes de liaison potentiels et plus de 10000 contextes d'enchaînement potentiels dans notre corpus. Comme illustré sur le tableau I.C-1, la liaison et l'enchaînement ont une probabilité d'occurrence similaire. Avec seulement 22% des mots du corpus à attaque vide (mot commençant par une voyelle), *les deux phénomènes de sandhi ont une probabilité d'occurrence s'élevant à 8 à 10 liaisons potentielles par 100 mots, et 7 à 8 enchaînements potentiels par 100 mots.*

L'observation des productions des locuteurs sur le corpus SYLSWISS montre que *les deux phénomènes de sandhi ont une productivité relativement faible en français.* Comme illustré sur le tableau I.C-2, si 60 % des enchaînements potentiels sont réalisés, cela correspond à *3 enchaînements tous les 100 mots.* Pour la liaison, 36 à 42% des contextes potentiels (surestimés par notre définition n'incluant pas de critères linguistiques) sont réalisés, ce qui correspond à *5 liaisons tous les 100 mots.*

Les résultats de cette étude sont particulièrement intéressants en regard des processus de segmentation lexicale en perception. La fréquence d'occurrence des phénomènes de liaison et d'enchaînement étant relativement faible, la validité d'une stratégie de type SOSH ne semble pas remise en cause, d'autant plus que les auditeurs peuvent avoir recours à de nombreuses informations contextuelles pour parvenir à une bonne segmentation.

| | locuteurs | total mot | | nbre Cliaison | | nbre C€ | | nbre #V | | nbre C# | | % liaison | | % € |
|----------|-----------|-----------|-------|---------------|------|---------|------|---------|------|---------|------|-----------|------|------|
| | | Spont | Lect | Spont | Lect | Spont | Lect | Spont | Lect | Spont | Lect | Spont | Lect | Lect |
| SYLSWISS | Loc1_ALI | 2326 | 1879 | 155 | 243 | 196 | 141 | 488 | 341 | 507 | 452 | 32 | 39 | 65 |
| | Loc2_CHA | 2130 | 1879 | 170 | 243 | 164 | 141 | 436 | 341 | 442 | 452 | 28 | 37 | 55 |
| | Loc3_VER | 2413 | 1879 | 141 | 243 | 150 | 141 | 487 | 341 | 437 | 452 | 34 | 39 | 64 |
| | Loc4_VIV | 2330 | 1879 | 164 | 243 | 168 | 141 | 452 | 341 | 439 | 452 | 38 | 36 | 65 |
| | Loc5_FAN | 1569 | 1879 | 161 | 243 | 91 | 141 | 243 | 341 | 322 | 452 | 33 | 39 | 54 |
| | Loc6_ELE | 3700 | 1879 | 373 | 243 | 201 | 141 | 595 | 341 | 722 | 452 | 39 | 47 | 55 |
| | Loc7_CED | 1656 | 1879 | 165 | 243 | 81 | 141 | 256 | 341 | 353 | 452 | 40 | 54 | 62 |
| | Loc8_JMD | 2186 | 1879 | 171 | 243 | 138 | 141 | 382 | 341 | 425 | 452 | 24 | 36 | 48 |
| | Loc9_JMZ | 1875 | 1879 | 160 | 243 | 160 | 141 | 407 | 341 | 452 | 452 | 55 | 38 | 55 |
| | Loc10_DD | 2365 | 1879 | 194 | 243 | 146 | 141 | 437 | 341 | 548 | 452 | 40 | 52 | 74 |
| | TOTAL | 22550 | 18790 | 1854 | 2430 | 1495 | 1410 | 4183 | 3410 | 4647 | 4520 | | | |
| moy. | 2255 | 1879 | 185 | 243 | 150 | 141 | 418 | 341 | 465 | 452 | 36 | 42 | 60 | |

Table I.C-2 : Nombre de contextes potentiels de liaison (Cliaison) et d'enchaînement (C€), de mot commençant par une voyelle (#V), de mot finissant par une consonne (C#), et taux de réalisation des liaisons (%liaison) et des enchaînement (%€) en fonction des locuteurs, du type de données (spontané (spont) et lecture (lect)) et des corpora.

Valorisation

Publications majeures sur la thématique C.1

-
- ACL** Fougeron, C. (2007) Word boundaries and contrast neutralization in the case of enchaînement in French. In Cole, J. & Hualde J.I. (eds) *Papers in Laboratory Phonology IX: Change in Phonology*, Berlin: Mouton de Gruyter, pp. 609-642.
-
- ACTI** Bagou O., Dufour S., Fougeron C., Content A., Frauenfelder U.H. (2007) Do different boundary types induce subtle acoustic cues to which French listeners should be sensitive to? *Proceedings of Interspeech 2007*, Antwerp (Belgium), August 2007, pp 394-397.
-
- ACTI** Content, A.; Bagou, O.; Frauenfelder, U.; Fougeron, C. (2004) Indices de frontières lexicales avec des pseudo-mots : une étude préliminaire. *Actes des 25èmes Journées d'Etudes sur la Parole 2004*. Fès, Maroc. Avril 2004
-
- ACTI** Fougeron, C., Bagou, O., Content, A., Stefanuto, M. & Frauenfelder, U. H. (2003) Looking for acoustic cues of resyllabification in French. *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences*. pp. 2257-2260.
-
- ACTI** Fougeron, C., Bagou, O., Stefanuto, M. & Frauenfelder, U. H. (2002). A la recherche d'indices de frontière lexicale dans la resyllabation. *Actes des XXIV es Journée d'Etude sur la Parole*, Nancy, France, pp 125-128.
-

Publications majeures sur la thématique C.2

-
- ACL** Adda-Decker M., Delais-Roussarie E., Fougeron C., Gendrot C. & Lamel L. (2012) Etude sur grand corpus de la liaison dans la parole spontanée familière. *Revue Française de Linguistique Appliquée*, vol. XVII , pp. 113-128
-

ACTI Adda-Decker M., Delais-Roussarie E., Fougeron C., Gendrot C. & Lamel L. (2012) La liaison dans la parole spontanée familière: explorations semi-automatiques de grands corpus. *Actes des Journées d'Etudes sur la Parole/JEP-TALN-RECITAL 2012*, pp. 545-552

ACTI Fougeron, C. & Delais, E. (2004) Liaisons et enchaînements : « Fais_en à Fez_en parlant ». *Actes des des 25èmes Journées d'Etudes sur la Parole 2004*. Fès, Maroc. Avril 2004. pp.221-224.

ACTI Fougeron C., Goldman J.-P., Frauenfelder, U. (2001). Liaison and schwa deletion in French : an effect of lexical frequency and competition? *Eurospeech 2001*, Aalborg, Danemark.

Encadrement de mémoire d'étudiants

Dard A. , C. Jeager, & L. Guelat, 1999-2001, « Effet du débit et du style de parole sur la réalisation de la liaison et l'élision en français » Mémoire de recherche de 2ème cycle, Laboratoire de Psycholinguistique, Faculté de Psychologie, Université de Genève, Suisse.

D. Corrélats phonétiques de l'organisation syllabique – travaux sur le berbère tachelhit

Pour finir l'exposé de ma contribution à l'étude des relations entre prosodie et articulation segmentale, je présenterai les travaux que j'ai menés en collaboration avec Rachid Ridouane sur la syllabation en berbère tachelhit. L'objet de ces études n'est pas de comparer les frontières syllabiques à celle de constituants supérieurs, comme dans les travaux précédents, mais de voir *si on peut observer dans le signal (acoustique et articulatoire) des traces de l'organisation interne de la syllabe et de ces composants.*

La syllabe est une unité fondamentale de la structure prosodique, et est de loin le constituant prosodique le plus étudié. A l'exception notable de Chomsky et Halle (1968) dont la théorie phonologique ne fait pratiquement aucune mention de la syllabe, toutes les approches majeures de la phonologie (Ecole de Prague, Structuralisme américain, Phonologie Générative post-SPE, Phonologie Autosegmentale, Phonologie Métrique, Phonologie de Gouvernement, Phonologie Articulatoire, Théorie de l'Optimalité) ont placé la syllabe comme un constituant phonologique majeur. Une des motivations principales de cette place centrale est le fait qu'elle simplifie considérablement la description structurelle d'un ensemble de règles et de processus phonologiques (Kahn 1976). Une autre motivation importante est son utilité comme domaine suprasegmental dans lequel de nombreux phénomènes morpho-phonologiques et phonologiques, comme la propagation, l'assignation de l'accent et l'allongement, trouvent des explications simples et adéquates. Pour autant, même s'il semble y avoir un certain consensus sur son utilité comme construit théorique et sur l'interaction entre son organisation interne et le degré de sonorité des segments, plusieurs questions restent ouvertes sur son statut dans la structuration des sons de la parole (Kenstowicz 1994), sur la façon d'incorporer la sonorité dans la grammaire

(Clements 1990, 2006), et sur les principes qui gouvernent la syllabation des séquences consonantiques (Levin 1985, Steriade 1982, Vaux 2006).

Le flou qui entoure la définition de la syllabe est également lié à la difficulté d'en fournir une définition phonétique précise. Certains estiment que la syllabe est un objet théorique et abstrait qui n'a pas nécessairement de définition phonétique. D'autres soutiennent, au contraire, que la syllabe est un objet physique que l'on peut mesurer et dont on peut dégager les faits acoustiques et/ou articulatoires qui le réalisent.

Dans un article collaboratif avec Rachid Ridouane et Yohann Meynadier, nous avons présenté une revue de la littérature montrant l'importance de la syllabe comme unité phonologique et sur les possibles corrélats de son implémentation phonétique (Ridouane, Meynadier, Fougeron 2011). La difficulté de définir phonétiquement la syllabe semble en partie liée à sa structure. Dans la majorité des langues du monde (ou tout au moins dans la majorité de celles qui ont fait l'objet d'études phonétiques), la distinction entre l'élément essentiel et obligatoire de la syllabe -le noyau- et ses marges est presque toujours corrélée avec la distinction entre les sonantes (essentiellement les voyelles) et les obstruantes. D'où la question de la définition du noyau sur la base de ses propriétés intrinsèques en tant que segment (une voyelle, une sonante), de ses propriétés relatives aux segments adjacents (sommet de sonorité) ou de quelques autres propriétés (par exemple un point d'ancrage pour l'alignement temporel des gestes articulatoires). De même, son utilité comme domaine d'application de règles ou de contraintes peut être mise en doute. En effet, on peut motiver un processus phonologique ou expliquer une propriété acoustique ou articulatoire sans que la référence à la syllabe ne soit nécessairement la seule explication possible : un élément « attaque » ou « coda » est aussi souvent un segment « pré-vocalique » ou « post-vocalique ».

L'observation d'une langue comme le berbère tachelhit nous permet de dissocier ces notions de syllabe et de sonorité puisqu'une occlusive sourde comme /k/, par exemple, peut être noyau (ex. [tk.fɛm] « elle est rentrée »), attaque (ex. [kf.mat] « rentrez »), ou coda (ex. [ik.fɛm] « elle est rentrée », avec en souligné le noyau et '.' pour les frontières syllabiques). L'existence de telles structures est particulièrement intéressante aussi bien du point de vue théorique que du point de vue phonétique, car elle permet de tester un ensemble de propositions sur le comportement phonologique et la manifestation phonétique de différents groupements consonantiques qui ne se distinguent que par leur structure syllabique.

Nos travaux sur le berbère tachelhit portent sur les corrélats acoustiques de l'organisation interne entre les éléments composant la syllabe. Ces travaux ont été réalisés en partie dans le cadre d'une ANR Jeune Chercheur (ANR-08- JCJC-0127- « SLBL Vowel-less Syllables at the

Interface of Phonology, Phonetics, and Psycholinguistics») portée par R. Ridouane qui s'est terminée en juin 2012.

D.1 Caractéristiques articulatoires des consonnes syllabiques

En berbère tachelhit, des mots, voire des phrases entières, peuvent n'être composés que de consonnes. L'organisation syllabique de ces suites de consonnes sans voyelle a donné lieu à des modélisations phonologiques différentes. Un des objectifs de nos travaux était de *déterminer si le statut syllabique des consonnes lorsqu'elles sont en position noyau se traduit par des propriétés phonétiques qui les distingueraient de leurs contreparties non-syllabiques.*

Il a été montré dans la littérature que la position dans la syllabe affecte la manière dont les segments sont articulés ainsi que la coordination temporelle entre les gestes articulatoires qui leur sont associés. En ce qui concerne les consonnes syllabiques, les études dans différentes langues ont été généralement limitées aux consonnes sonnantes, et la durée a souvent été considérée comme l'indice principal de la syllabité. Dans nos données, nous avons pu comparer des consonnes occlusives (/k, g/) en position noyau, aux mêmes consonnes en position attaque et coda. Les séquences consonantiques étaient de la forme C1C2C3 où C2 (/k, g/) est, soit en position noyau (C1C2.C3, ex. [tk.sa] « elle a fait paître »), soit en position d'attaque (C1.C2C3, ex. [n.k.s] « nous paissions, aoriste »), soit en position coda (C1C2.C3, ex. [nk.sa] « nous avons fait paître »). Les données montrent que *les consonnes en position noyau ne sont pas plus longues* que dans les autres positions, tant en terme de durée acoustique, qu'en terme de durée d'occlusion articulatoire (mesurée sur des données electropalatographiques). Ce résultat n'est pas surprenant étant donné que la durée consonantique est utilisée de façon contrastive dans cette langue. En effet, l'allongement de la durée de /k/ de la forme [tksa], par exemple, risque de créer une confusion avec la forme [tkks] « elle a enlevé », contenant une gémée sous-jacente. D'autre part, *aucune différence n'est observée sur le degré de constriction linguopalatale* dans la région vélaire. Pour autant, c'est dans la position noyau, que les consonnes présentent le plus souvent une occlusion visible sur le palais artificiel. Mais les limitations inhérentes à l'EPG rendent l'interprétation difficile de ce résultat. En effet, il peut s'agir soit d'une articulation plus postérieure (et donc invisible sur le palais artificiel), soit d'une plus grande propension à la lénition pour les consonnes en position non-noyau. Cette étude devra donc être complétée par l'observation de consonnes antérieures pour lesquelles l'EPG ne souffre pas de ces limitations.

Ces résultats montrent toutefois que les consonnes syllabiques en elles-mêmes ne présentent pas de propriétés spécifiques d'ordre spatio-temporel qui les différencieraient de leurs contreparties non-syllabiques.

D.2 Arguments allant contre une représentation des consonnes syllabiques comme des suites ə+C. Nature des éléments vocaliques transitionnels.

En berbère tachelhit, les consonnes syllabiques ont été considérées par certains comme des suites ə+C, où le schwa occupe le noyau syllabique en conformité avec les systèmes syllabiques de la majorité des langues du monde (Coleman 1996, 2001). Faisant suite aux travaux de Dell et Elmedlaoui (1985, 1988, 2002), Ridouane (2003) et plus tard dans Ridouane & Fougeron (2011), ont avancé plusieurs arguments phonétiques et phonologiques pour exclure la présence d'une voyelle phonologique dans ces séquences. D'un point de vue acoustique, nous avons également montré dans l'étude sur les consonnes /k/ et /g/ en position noyau, attaque et coda, présentée plus haut, que le statut syllabique des consonnes en position noyau n'est pas déterminé par la présence d'un vocoïde devant la consonne.

Pour autant, dans les séquences consonantiques du berbère, comme dans de nombreuses langues, on observe parfois des éléments acoustiques de type vocalique. Dans la figure I.D-1, ces éléments vocaliques sont visibles entre consonnes dans des mots composés au niveau sous-jacent de consonnes sans voyelles (ex. [tbdg] « elle est mouillée »). La question est alors de savoir de quelle nature sont ces éléments : des segments épenthétiques insérés par la composante phonologique ou simplement des éléments transitionnels qui n'ont aucune valeur structurelle.

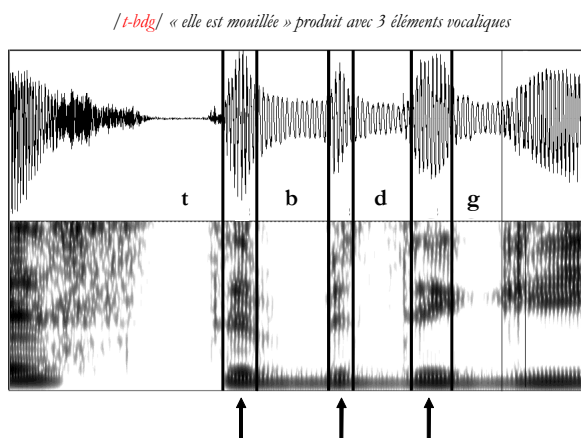


Figure I.D-1. Signal acoustique et spectrogramme de la forme /tbdg/ « elle mouillée » produite dans la phrase cadre « innajas --- jat twalt ». Les flèches montrent la présence de trois éléments vocaliques

En nous basant sur des données acoustiques de 5 locuteurs et des données articulatoires (électropalatographiques, et échographiques) pour un locuteur, nous avons pu montrer que ces éléments vocaliques semblent être des sous produits de l'articulation de ces séquences, et donc des éléments transitionnels. En effet, nous avons montré que pour que ces éléments vocaliques apparaissent entre deux consonnes C1 et C2 successives, il faut :

- (i) *qu'au moins une des consonnes de la séquence soit voisée*. Comme illustré dans la figure I.D-2, ils n'apparaissent jamais au sein d'une séquence de consonnes sourdes, et ils apparaissent plus fréquemment quand la seconde consonne du cluster est voisée.
- (ii) *que le conduit vocal soit suffisamment ouvert* pendant la transition d'une configuration consonantique à l'autre : ils sont plus fréquents au relâchement de la 1^{ère} consonne d'une séquence occlusive+occlusive et dans des séquences présentant un chevauchement minimal entre consonnes.

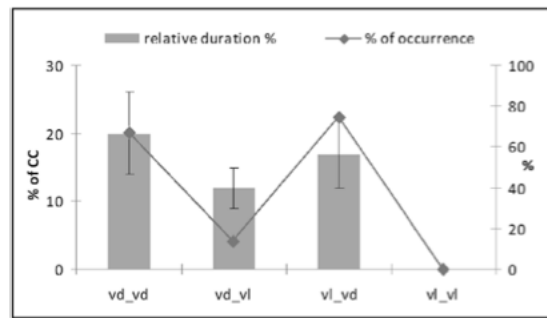


Figure I.D-2. Pourcentage d'occurrence d'éléments vocaliques (en courbe, axe de droite) et durée de ces éléments vocaliques (en barre, axe de gauche) en fonction des spécifications laryngées des consonnes dans le cluster (vd=voisées, vl=sourdes).

D'autre part, ces éléments vocaliques transitionnels sont de durée variable en fonction des locuteurs et du type de clusters, mais *ils ne contribuent pas à la durée du cluster* (i.e. les clusters sans et avec [@] sont de même durée, comme illustré dans la figure I.D-3) comme le ferait une autre voyelle dans une syllabe CVC.

En conclusion, ces éléments vocaliques entre consonnes apparaissent comme des éléments transitionnels. Leur occurrence n'est pas liée à la structure syllabique (ils ne sont pas plus fréquents devant les consonnes noyau), mais plutôt aux spécifications phonétiques des consonnes adjacentes et à des conditions spécifiques de coordination entre gestes articulatoires.

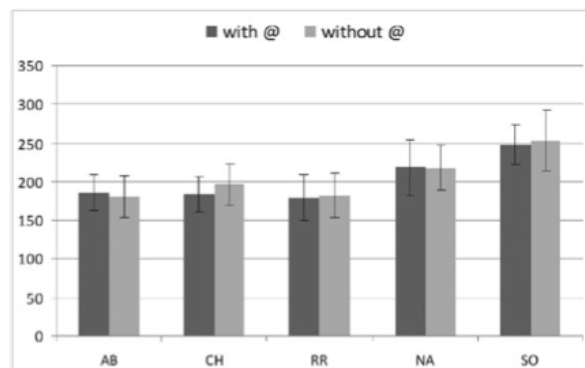


Figure I.D-3. Durée de la séquence C1C2 en fonction de la présence (with @) ou l'absence (without @) d'éléments vocaliques entre C1 et C2, pour les 5 locuteurs.

D.3. Cohésion interne au sein de la syllabe en berbère tachlhit

Si les consonnes syllabiques ne se distinguent pas par des propriétés phonétiques spécifiques ou par la présence d'un schwa, l'observation de la coordination temporelle entre les gestes articulatoires dans la séquence consonantique révèle des différences extrêmement intéressantes en fonction de la syllabité de la consonne médiane.

Dans le corpus de séquences consonantiques de type C1C2C3 où C2 (/k, g/) est soit noyau, soit attaque, soit coda (présenté en D1), nous avons étudié la coordination entre les 'pseudo-gestes' (dérivés du contact linguopalatal) de la pointe de la langue pour C1 et C3 (alvéolaires) et du dos de la langue pour C2 (/k, g/). Les résultats, illustrés dans la figure I.D-4, montrent que *la coordination des gestes de C1 et C3 par rapport à C2 est plus stable quand C2 est noyau*. Dans cette position, *C2 est moins chevauchée par la consonne suivante et cette coordination varie moins entre les répétitions*.

Si ces résultats doivent être confirmés par d'avantage de données (nous n'avons les données EPG que d'un locuteur), ils soulèvent toutefois des questions intéressantes relatives à la perception de ces syllabes. Nous avons fait l'hypothèse que ce patron de coordination spécifique entre le noyau et les consonnes adjacentes pouvait être gouverné par un souci de préservation des indices perceptuels de l'élément noyau.

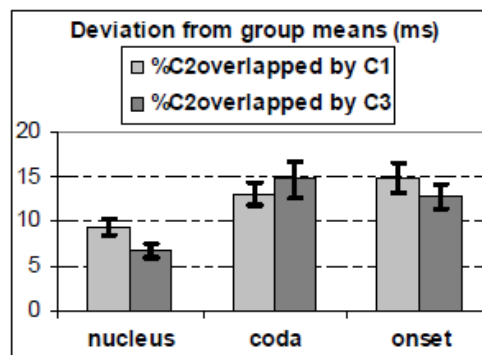


Figure I.D-4. Variabilité dans le degré de chevauchement de C2 par C1 et C3 (exprimé en pourcent de la durée de C2) qui est interprété comme un indice de la stabilité de la coordination entre C2 et les consonnes adjacent en fonction de sa position dans la syllabe

Ces résultats apportent non seulement des arguments nouveaux aux débats passionnés sur les questions de syllabation en berbère, mais aussi des données nouvelles en faveur d'une organisation gestuelle syllabique. En effet, ils confortent la vision adoptée par la Phonologie Articulatoire selon laquelle des schèmes de coordination temporelle spécifiques peuvent refléter les relations particulières qui existent entre certains gestes, et par là, la structuration syllabique. Ces relations ne sont pas uniquement mises en évidence par l'observation des comportements

phonologiques de ces unités mais aussi par l'observation de caractéristiques articulatoires dynamiques qui marquent leur cohésion. Ces caractéristiques sont modélisées par des spécifications de couplage et de rigidité de couplage entre les gestes.

Valorisation

Publications majeures sur la thématique

-
- ACL* Ridouane, R., Meynadier, Y. & Fougeron, C. (2011). La syllabe : objet théorique et réalité physique, *Faits de langue* 37, 225-246.
-
- ACL* Ridouane R. & Fougeron C., (2011) Schwa elements in Tashlhiyt word-initial clusters. *Journal of Laboratory Phonology*, 2 (2), 275-300.
-
- ACLN* Fougeron, C. & Ridouane, R. (2008). On the phonetic implementation of syllabic consonants and vowel-less syllables in Tashlhiyt. *Estudios de Fonética Experimental*, vol. XVII, p. 139-175.
-
- ACTI* Fougeron, C. & Ridouane, R. (2008). On the nature of schwa-like vocalic elements within some Berber clusters. In *Proceedings of the eighth International Seminar on Speech Production (ISSP'08)*, Strasbourg, France, pp. 437-440.
-
- ACTI* Ridouane, R. & Fougeron C. (2006). L'organisation syllabique : quelle évidence phonétique ? *Actes des 25e Journées d'Etudes sur la Parole*. Dinard, France. Juin 2006. pp.125-128
-

Chapitre II. Phénomènes de réduction segmentale : élision phonologique, réduction phonétique en parole continue et réduction en parole pathologique

Les recherches que j'ai présentées dans le premier chapitre portaient toutes sur l'observation de phénomènes de variations qui entretiennent des liens étroits avec la structuration de la chaîne parlée. Dans ce deuxième chapitre, je présenterai des travaux qui portent également sur des phénomènes de variations, mais sans faire de rapport direct avec le rôle qu'ils peuvent avoir avec l'organisation prosodique de la parole. Il sera question de recherches sur deux types de réductions segmentales.

Nous définirons ici la réduction comme un processus entraînant des variations dans la réalisation de consonnes et de voyelles allant dans le sens d'un affaiblissement de l'articulation, des articulations incomplètes voire absentes et ayant pour conséquence une possible perte d'information acoustico-phonétique. Les deux types de réduction qui vont nous intéresser dans ce chapitre sont à priori peu comparables. Pourtant, nous verrons qu'ils soulèvent des questions théoriques et méthodologiques communes. La première forme de réduction étudiée résulte d'un phénomène traditionnellement considéré comme propre à la phonologie du français : l'élision (ou 'la chute') de schwa. La seconde est intrinsèquement phonétique, puisqu'elle résulte de troubles au niveau de l'exécution de la parole, liés par exemple à un déficit moteur dans la dysarthrie, ou à un trouble périphérique comme dans les cas d'hémiglossectomie.

Dans la première partie, je présenterai des travaux entrepris en collaboration avec A. Bürki (dont j'ai dirigé le M2) et C. Gendrot sur le schwa en français. L'objectif principal de nos recherches est de questionner *la nature des réductions que peut subir la voyelle schwa en français*. J'emploie ici le terme 'réductions' au pluriel car nous avons abordé ce cas d'étude largement étudié en français d'une façon assez originale. En effet, nous sommes partis à contre pied des approches traditionnelles en cherchant à voir *en quoi les variations de surface de cette voyelle étaient affectées non seulement par un processus phonologique d'élision, mais aussi par un processus de réduction phonétique affectant tout segment en parole continue*. Guidés par l'intérêt de comprendre les rapports entre phonétique et phonologie, nous avons abordé des questions méthodologiques relatives à la distinction entre ces deux types de conditionnement. Il sera ainsi question de savoir *comment différencier une réduction phonétique graduelle qui peut être extrême, d'une déletion catégorielle*.

Dans la seconde partie, je présenterai des études que j'ai commencées depuis 2009 sur la parole dysarthrique. L'objectif de ces recherches est d'identifier et quantifier les variations acoustiques permettant caractériser la dysarthrie par rapport à la parole normale et de distinguer différents types de dysarthrie. Après avoir présenté le corpus de parole dysarthrique française que nous avons constitué ainsi que les défis méthodologiques qu'il nous a fallu relever pour prétraiter

la grande quantité de données, je détaillerai une étude sur la réduction vocalique dans quatre types de dysarthries. Nous verrons l'intérêt qu'il y a à étudier la réduction vocalique dans un système globale de contrastes vocaliques, et l'intérêt d'utiliser plusieurs métriques acoustiques complémentaires pour pouvoir saisir les multiples dimensions qui peuvent être altérées dans la production des voyelles.

A. Réduction phonologique et réduction phonétique d'une voyelle particulière en français: le schwa

A.1. Nature phonétique du schwa en français : une voyelle distincte ?

Déterminer la nature phonétique du schwa en français est une question importante aussi bien pour la modélisation du phénomène d'élosion (alternance, règle d'insertion ou de délétion) que pour la définition de l'inventaire phonémique du français. Or, l'examen de la littérature montre que si cette question a été soulevée à maintes reprises, peu de données expérimentales permettent d'y répondre.

Il nous a donc paru évident comme première étape d'effectuer un examen quantitatif et qualitatif approfondi de la réalisation acoustique du schwa à partir d'un corpus de parole conséquent, incluant un grand nombre de locuteurs et de multiples occurrences de différents mots. Nous avons travaillé sur la base du corpus de parole journalistique ESTER et, dans une moindre mesure, sur des données du corpus PCF (Phonologie de Français Contemporain, <http://www.projet-pfc.net>).

Afin de déterminer si la caducité du schwa se reflète par une différence dans la nature phonétique de cette voyelle, nous avons comparé le timbre de /ə/ avec celui des voyelles pleines : ses voisines antérieures arrondies /œ/ et /ø/. Nous avons sélectionné dans le corpus ESTER 3294 mots contenant des /ə/ optionnels (définis comme instables, pouvant alterner avec 0 d'après plusieurs bases de données lexicales du français), 2031 mot avec un /ø/, et 2911 mots avec un /œ/. Ce total de 8236 voyelles inclut les productions de 180 locuteurs différents. La même procédure a été appliquée pour les productions de 30 locuteurs dont l'origine dialectale est contrôlée (ce qui n'est pas possible de faire sur ESTER). Ces locuteurs sont issus de 3 points d'enquête du corpus PFC: Brunoy (France), Nyon (Suisse) et Québec (Québec).

Contrairement à certaines descriptions (Morin 1978, Fischer 1980, Tranel 1987, Walker 1996), il apparaît que dans le corpus ESTER ainsi que dans les 3 variétés régionales étudiées, le /ə/ est spectralement plus proche de la voyelle /ø/ que de la voyelle /œ/ sur les plans F1 et F2. Par contre, si l'on considère F3, le /ə/ est identique au /œ/. Pour autant, il n'y a pas de neutralisation

entre ces trois voyelles : ce sont bien *trois voyelles spectralement distinctes* (au moins en termes de F1 et F2) comme on le voit sur les figures II.A-1 et 2.¹⁰

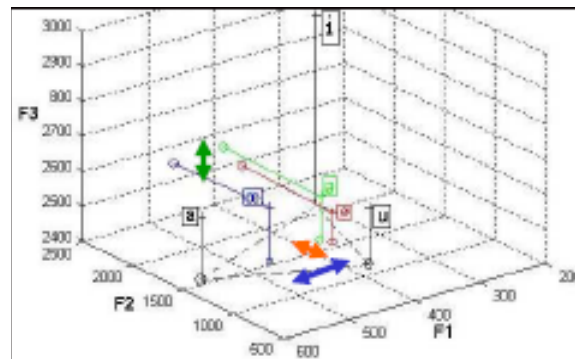


Figure II.A-1. Caractéristiques spectrales de [ə] en termes de F1, F2 et F3 par rapport à ses voisines [ɛ] et [ø]. Données du corpus ESTER (8236 voyelles, 180 locuteurs)

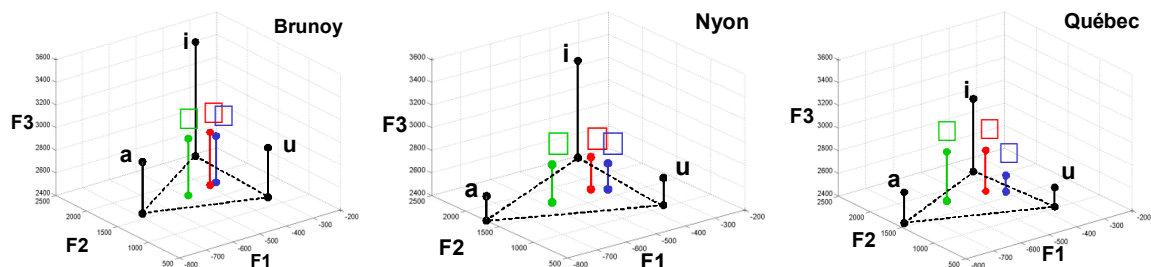


Figure II.A-2. Distribution des voyelles [ə], [ɛ] et [ø] dans l'espace acoustique F1/F2/F3, par rapport à [i], [a] et [u] pour les locuteurs de Brunoy, Nyon et Québec (corpus PFC).

A.2. Réalisation du schwa : réduction et élision

L'alternance de schwa avec zéro en français est communément modélisée comme un processus phonologique catégoriel de délétion ou élision. On admet que ce processus donne lieu à deux outputs : une forme avec schwa et une forme sans schwa. Or, se pose la question de savoir *sur quels critères on doit se baser pour distinguer une variante avec schwa d'une variante sans schwa* : impression auditive, indices acoustiques, et dans ce cas lesquels ? L'examen d'une grande quantité de formes lexicales contenant un schwa produites par multiples locuteurs dans le corpus ESTER nous a montré qu'il est relativement fréquent de trouver des formes pour lesquelles il n'est pas évident de déterminer si le schwa est présent ou non. D'autre part, sachant que la réduction phonétique est fréquente en parole continue, se pose la question de savoir *comment différencier une réduction phonétique graduelle d'une voyelle qui peut être extrême, d'une délétion catégorielle*. Nous avons mené trois études pour répondre à ces questions.

¹⁰ En ce qui concerne la comparaison entre variétés régionales, le schwa apparaît comme plus fermé à Brunoy qu'à Nyon, confirmant les intuitions de mes collègues suisses. Pour autant, cette différence répond à une tendance générale car toutes les voyelles de Brunoy sont plus fermées que dans les autres régions.

A.2.1. Variation spectrale et temporelle de /ə/ en parole continue

Dans le corpus ESTER, nous avons examiné la variabilité temporelle et spectrale de 3098 formes contenant un schwa optionnel. La présence du schwa a été définie acoustiquement par la présence d'un intervalle vocalique marqué par du voisement et une structure formantique. Nous observons que la voyelle schwa, comme les autres voyelles du français est soumise en parole continue à une forte variation spectrale et temporelle. De nombreuses formes sont phonétiquement très réduites. D'un point de vue temporel, 14% des items présentent un intervalle vocalique très court (30 ms), voir figure II.A-3. D'un point de vue spectral, les schwa courts (<50ms) subissent plus fortement l'influence des consonnes environnantes que les schwa longs (voir figure II.A-4). Ces résultats laissent suggérer que *des formes pouvant être catégorisées comme 'sans schwa' peuvent être le résultat d'une réduction phonétique graduelle de la voyelle et non d'une déletion phonologique catégorielle.*

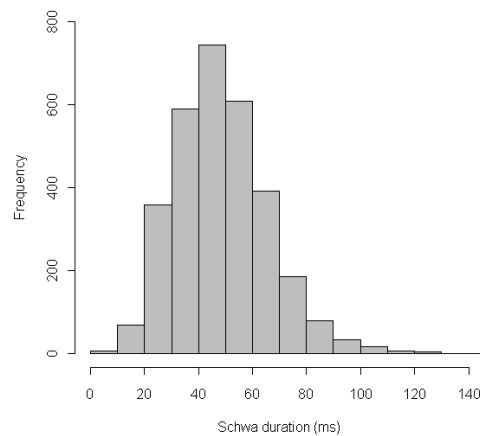


Figure II.A-3. Distribution des durées des intervalles avec voisement et structure formantique des 3098 items analysés.

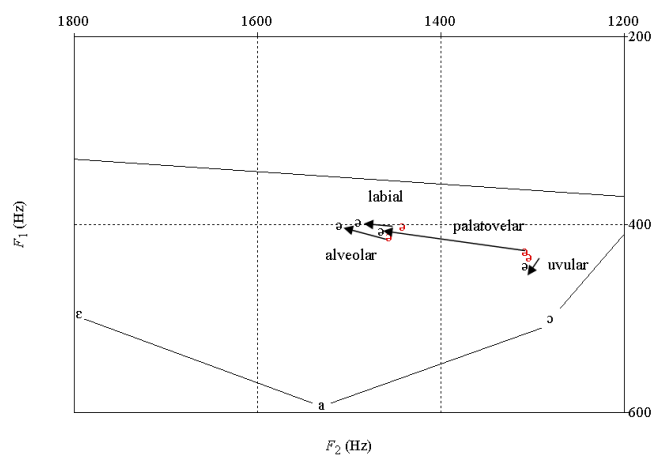


Figure II.A-4. F1 et F2 des schwas selon le contexte consonantique suivant (labial, dento-alvéolaire, palato-vélaire, uvulaire) et la durée de la voyelle : les flèches vont des schwas longs (>50ms) aux schwas courts (<50ms).

A.2.2. Qu'est-ce qu'une voyelle réduite ? Critères acoustiques vs. perceptifs ?

Dans une seconde étude, nous avons étudié comment étaient perçues les formes lexicales contenant un schwa extraites des productions du corpus ESTER.

Nos résultats montrent que *la catégorisation des items sur des critères perceptifs entre formes produites avec et sans schwa n'est pas toujours possible, et certaines formes sont ambiguës.*

Dans une première expérience, l'expérimentateur a catégorisé 4294 items en 'schwa présent', 'schwa absent' et 'présence ambiguë du schwa'. 8% des items ont été catégorisés comme 'ambigus'. Dans une seconde expérience, 72 items ont été jugés par 22 juges qui avaient pour tâche de décider si la forme contenait un schwa ou non. Les résultats présentés dans la figure II.A-5 montrent que pour 29% des items les réponses sont variables entre les auditeurs et pour un même auditeur (testé 3 fois sur chaque item). Une analyse subséquente a cherché à évaluer les facteurs influençant la catégorisation des formes perçues comme contenant un schwa ou non. La majorité des formes contenant un intervalle vocalique (voisé et avec une structure formantique) de moins de 30 ms. ont été perçues sans schwa ou ont reçu des réponses hétérogènes. Dans cette tâche où les auditeurs ne bénéficient que d'une information contextuelle réduite, les jugements reposent donc sur l'information acoustique contenue dans le signal, i.e. la durée de l'intervalle vocalique. Pour autant, d'autres facteurs influencent la perception du schwa : le débit de parole, la durée du mot et le contexte consonantique entourant la voyelle ont aussi une influence sur le type de réponse observée.

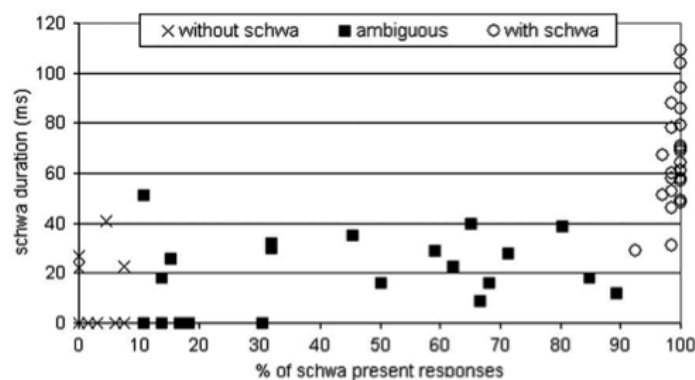


Figure II.A-5. Durées des schwa en fonction du % de réponses 'schwa présent' sur les 22 juges. Les croix, carrés et ronds distinguent les items jugés en fonction de leur catégorie 'avec schwa', 'sans schwa' et 'ambiguë' telle que définie par les auteurs.

Ces résultats ont des implications importantes tant du point de vue méthodologique que du point de vue théorique. Ils suggèrent que *la définition d'une forme comme contenant un schwa ou non est fortement liée aux critères de décisions adoptés, qu'ils soient perceptif et/ou acoustiques.* La vision présentant

l'alternance schwa-zéro en français comme un phénomène catégoriel donnant naissance à deux formes distinctes 'sans schwa' et 'avec schwa' est à l'évidence *trop simpliste*. En parole continue, le schwa est sujet à réduction phonétique qui peut donner des formes avec très peu ou pas de trace acoustique signalant sa présence. *Ces formes extrêmes de réduction phonétique de la voyelle ne doivent donc pas être considérées au même titre que des formes avec déletion catégorielle de la voyelle*. Ce tableau est d'ailleurs encore plus complexe si l'on prend en compte une troisième catégorie de schwa : des vocoïdes intrusifs ressemblant à des schwas qui peuvent apparaître entre des consonnes pour des raisons articulatoires (comme les vocoïdes transitionnels étudiés en berbère dans le chapitre I.D).

A.2.3. Facteurs conditionnant l'élision de schwa et sa réduction temporelle

Dans une étude de près de 4000 occurrences de mots produits avec et sans schwa (issu du même corpus ESTER), nous avons cherché à *tester si une comparaison des facteurs conditionnant l'élision de schwa, d'une part, avec ceux conditionnant la durée de la voyelle (dont la nature phonétique est certaine), d'autre part, pouvait nous servir à distinguer les deux types de réduction que peut subir cette voyelle (élision et réduction phonétique graduelle)*. L'hypothèse est la suivante : on pourrait supposer que si dans les formes sans schwa, l'absence de la voyelle résulte d'un processus de réduction temporelle extrême de la voyelle, alors réalisation du schwa et durée du schwa devraient être dépendantes des mêmes prédicteurs. A l'inverse, si les prédicteurs sont différents, il est fort probable que le processus d'alternance schwa/zéro opère à un autre niveau de traitement (un niveau supérieur comme l'encodage phonologique ou la sélection lexicale).

Les 17 prédicteurs listés dans la Table II.A-1a ont été évalués dans une même analyse statistique permettant d'évaluer la contribution de chaque prédicteur étant donné la contribution des autres en retirant la colinéarité entre les facteurs. Ces prédicteurs incluent les principaux facteurs mentionnés dans la littérature comme influençant l'élision de schwa, mais dont le poids relatif n'avait jusqu'alors jamais été testés dans une même analyse et sur un même corpus. A ces facteurs ont été ajoutés des facteurs connus pour affecter la durée phonétique des voyelles du français.

En ce qui concerne l'alternance entre formes avec et sans schwa, nous observons que *seuls 5 des 17 prédicteurs permettent de prédire l'apparition d'une variante sans schwa*. Ces prédicteurs, listés dans la colonne gauche de la table II.A-1b sont : le débit de parole, la position du schwa dans le mot, la position du mot dans l'énoncé, le nombre de consonnes dans la séquence, et le respect du principe de sonorité au sein de la séquence de consonnes lorsque le schwa est absent. Il est intéressant de noter que grâce à l'examen d'un si grand nombre de données produites par un grand nombre de locuteurs différents (env. 180) nous pouvons mettre en évidence *une forte*

variabilité entre les locuteurs, non seulement dans le taux de production de la variante sans schwa, mais aussi dans leur sensibilité à certains des facteurs étudiés.

En ce qui concerne la durée de la voyelle schwa, nous observons la contribution significative des 5 prédicteurs listés dans la colonne droite de la table II.A-1b, qui sont connus pour influencer la durée des voyelles en parole continue. Ce qui est intéressant ici, c'est que seuls 2 facteurs de la table II.A-1b sont communs aux deux colonnes. Seuls *le débit de parole et la position du schwa dans le mot* contribuent significativement à la prédiction de l'élision de schwa et à sa durée phonétique. Les autres prédicteurs ne sont pas communs et sont de nature très différente, ce qui suggère que le processus gouvernant l'élision de schwa opère à un autre niveau que celui gouvernant sa variation temporelle.

L'intérêt principal de cette étude n'est pas de confirmer que le processus d'alternance schwa/zéro est un processus phonologique et que la réduction temporelle des voyelles est plutôt un phénomène phonétique de parole continue. L'apport de cette étude réside *dans la méthodologie utilisée. La comparaison des facteurs qui conditionnent des variations de surface semble pouvoir apporter des arguments empiriques permettant de distinguer des variations de nature différente, et opérant à des niveaux d'encodage différents.*

| Variable | Description |
|-------------------------------------|---|
| Segmental variables | - Following and preceding consonant voicing - Following and preceding consonant manner of articulation - Following and preceding consonant place of articulation - Whether word starts with "re" |
| Phonotactic variables | - Number of consonants in sequence - Respect of sonority principle - Existence of consonant sequence - Consonant sequence token frequency |
| Morphological/grammatical variables | - Morphological composition - Word class |
| Prosodic variables | - Word position in utterance - Schwa position in word - Word length (number of phonemes and number of syllables) |
| Speech rate variable | - Number of syllables in two preceding words + target word + two following words/ total acoustic duration of this sequence |
| Speaker variable | - Random variable |
| Lexical variable | - Phonological variant frequency |
| Word predictability variables | - Lexical frequency (Lexique and ESTER) - Backward and Forward mutual information |

| Predictors of Schwa Alternation | Predictors of Schwa Duration |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| <i>Speech rate</i> | <i>Speech rate</i> |
| <i>Schwa position in word</i> | <i>Schwa position in word</i> |
| Word position in utterance | Following consonant voicing |
| Number of consonants in sequence | Preceding consonant voicing |
| Respect of the sonority principle | Back mutual information |

Table II.A-1. (a), à gauche : liste des 17 variables testées comme prédicteur de l'alternance schwa-zéro et de la durée du schwa. (b), à droite : variables permettant de prédire significativement l'alternance schwa-zéro et la durée du schwa. En italique sont indiqués les prédicteurs communs.

Valorisation

Publications majeures sur la thématique

-
- ACL Bürki, A., Ernestus, M., Gendrot, C., Fougeron, C., Frauenfelder, U. (2011) What affects the presence versus absence of schwa and its duration: A corpus analysis of French connected speech, *Journal of the Acoustical Society of America*, 130 (6), 3980-3991.
-
- ACL Bürki A., Fougeron, C., Gendrot C., Frauenfelder U. (2011) Phonetic reduction versus phonological deletion of French schwa: Some methodological issues, *Journal of Phonetics*, 39 (3), 279-288. doi: 10.1016/j.wocn.2010.07.003
-
- ACL Bürki A., Gendrot C., Gravier G., Linarès G., Fougeron C. (2008). Alignement automatique et analyse phonétique : comparaison de différents systèmes pour l'analyse du schwa, *Revue Traitement Automatique des Langues*, vol. 49 n° 3, pp 165-197.
-
- ACTI Bürki A., Fougeron C., Veaux C., Frauenfelder U.H. (2009) How similar are clusters resulting from schwa deletion in French to identical underlying clusters? *Proceedings of the 10th Annual Conference of the International Speech Communication Association (Interspeech 2009)*, Brighton, pp: 2271-2274. ISSN 1990-9772. ;
-
- ACTI Bürki, A., Racine, I. Andreassen, H., Fougeron, C. & Frauenfelder, U. (2008). Timbre du schwa en français et variation régionale: une étude comparative. *Actes des 27èmes Journées d'Etudes sur la Parole*, pp. 293-296.
-
- ACTI Fougeron, C.; Gendrot, C. & Bürki, A. (2007) On the acoustic characteristics of French schwa. *Proceedings of the 16th International Congress of Phonetic Sciences*, Saarbrücken (Germany), August 2007, pp. 941-944.
-
- ACTI Bürki, A., Fougeron, C. & Gendrot, C. (2007) On the Categorical Nature of the Process Involved in Schwa Elision in French. *Proceedings of Interspeech 2007*, Antwerp (Belgium), August 2007, pp. 1026-1029.
-

Encadrement de M2 :

Bürki Audrey, 2006-2007 « Elision du schwa : quels critères pour la machine, l'homme, les linguistes, quels processus ? » M2 Phonétique juin 2007, Univ. Paris3/Sorbonne-Nouvelle, co-direction C. Fougeron & J. Vaissière,

B. Réductions segmentales en parole pathologique

Depuis 2009, mes activités de recherche se sont orientées vers une nouvelle problématique : la pathologie de la parole. En effet, l'encadrement de plusieurs mémoires d'étudiants en orthophonie et le développement de l'axe de recherche en phonétique clinique au laboratoire m'a poussé à m'intéresser de plus en plus à la variation dans la parole sous un angle différent, celui de la pathologie.

Les travaux que je présenterai ci-dessous portent uniquement sur la parole dysarthrique¹¹. Ces recherches ont été effectués dans le cadre de deux projets de recherche dont j'étais coordinatrice : l'ANR 08-BLAN-0125 « DesPho APady : Description Phonético-Acoustique de la Parole Dysarthrique » et un projet financé par l'association Vaincre les Maladies Lysosomales.

¹¹ J'ai aussi travaillé avec Audrey Acher, dans le cadre de son mémoire d'orthophonie puis de son M2, sur la parole après hémiglossectomie (une exérèse de la moitié de la langue mobile porteuse d'une tumeur cancéreuse). Ces travaux ne seront pas développés ici.

Dans le cadre de ces projets, j'ai eu la chance de pouvoir travailler avec des collègues experts en différents domaines complémentaires (phonéticiens, phonologues, cliniciens, et ingénieurs en traitement automatique de la parole) dont Nicolas Audibert, Lise Crevier-Buchman, Alain Ghio, Corinne Fredouille, Nathalie Lévêque et Christine Meunier¹².

En section B1, je présenterai la dysarthrie et l'intérêt des analyses phonétiques pour la description et la quantification des caractéristiques acoustiques de la parole dysarthrique. En section B2 je présenterai le corpus de parole dysarthrique en français que nous avons constitué. Ce corpus nous a servi à mettre en place une base de données informatiques multi-requêtes de parole pathologique (développée principalement par Alain Ghio et Gilles Pouchoulin, voir <http://despho-apady.unv-avignon.fr/> et Ghio et al. 2010). En section B.3, je présenterai les défis méthodologiques que nous avons rencontrés face à cette parole extrêmement variable, et les choix méthodologiques que nous avons adoptés. Enfin en section B.4, je présenterai des résultats sur la production des voyelles dans différents types de dysarthries. Cette étude s'intègre dans une réflexion méthodologique sur comment quantifier les différents types d'altérations vocaliques que l'on résume sous le terme de réduction.

La motivation de ces recherches sur la dysarthrie relève évidemment d'un intérêt pour les *retombées cliniques* qu'elles peuvent avoir. En effet, une meilleure connaissance des patrons de variation, de leur quantification et de leur conditionnement a un intérêt évident que ce soit pour le bilan clinique (l'évaluation) et/ou la prise en charge (rééducation) de la pathologie. Mais, mon intérêt principal dans ces recherches, est aussi théorique. L'ensemble de ces travaux, et ceux que je prévois de continuer dans le futur, *visent à questionner la frontière floue entre variation normale (ou typique) en production de parole et variation atypique pathologique.*

B.1. La dysarthrie

La dysarthrie est un trouble de la réalisation motrice de la parole lié à une atteinte du système nerveux. Elle apparaît dans différentes atteintes neurologiques comme celles associées à la maladie de Parkinson, à la Sclérose Latérale Amyotrophique, à l'Ataxie Cérébelleuse, aux maladies liées à une surcharge lysosomale, et à la maladie de Wilson, pour ne citer que celles sur lesquelles j'ai travaillé.

Dans ces atteintes complexes, des perturbations affectent les différents niveaux de production de la parole (respiratoire, laryngé et supralaryngé) en relation avec un déficit de l'exécution temporo-spatiale des mouvements (Auzou et al. 1998, Kent et al. 1998, Kent et al. 1999). Ainsi, la dysarthrie ne renvoie pas seulement à un trouble de l'articulation mais englobe

¹² Cette collaboration continuera dans les années à venir dans le cadre d'une nouvelle ANR, TYPALOC (C. Meunier, PI) qui vient de commencer et qui sera décrite dans le chapitre suivant.

des altérations multiples, au niveau du contrôle de la qualité de la voix, du rythme, de l'articulation segmentale, de la prosodie, de la fluence, etc. D'un point de vue moteur, les troubles neurologiques provoquant une dysarthrie peuvent affecter les mouvements articulatoires sur leurs diverses dimensions, comme leur magnitude, leur vitesse, leur stabilité ou leur force. Enfin, l'ensemble de ces altérations peut perturber la communication et constitue donc une source de handicap affectant la qualité de vie du patient.

| | |
|---|--|
| Inferior vocal tract (larynx, respiration) | |
| Breath group duration | |
| F0 measures (mean, range, standard deviation) | Kent & Netsell (1975) (ataxic dysarthria) Seguier et al. (1974) (Park) French |
| Relative amplitude differences across long stretches of speech on a controlled set of segments) | |
| Changes in intensity across consecutive syllables | Tatsumi et al. (1979) Park |
| Superior vocal tract (lips, tongue/jaw, velopharyngeal port) | |
| Vowel formant values (F1, F2, F3) at 3 time point in the vowels | Baudelle et al. 2003, (Cerebellar&Parkinson)French |
| Vowel space area | Turner et al. (1995) (ALS) |
| Variability across vowels | Weismer 2001 (ALS) |
| Instability of formants (variability across the 3 time points) | |
| | |
| Hypernasality measure (various have to be tested: strong concentration of energy below 500Hz and around 1000-2000Hz , LPC coefficients) | Kent and Read (1992) Plante et al. (1993) |
| | |
| % blurred segments, % fusion of successive syllable | |
| % consonant deletion | Duez (2006b, 2007) (Park) French |
| % vowel deletion | |
| % of incomplete stop closure, spirantization, energy during closure | Canter (1965) (Park), Ackerman & Ziegler 1991b) (Park) |
| % absence of fricative intervals | |
| | |
| Movement coordination | |
| Voice Onset Time | Morris (1989), Auzou et al. (2000) for a review |
| F2 formant trajectories (extent, duration ,rate) | Mulligan et al. 1994 (ALS) Kent et al. 1989 , Weismer et al. 1992 (ALS) |
| % of voice-assimilated consonants (voicing/devoicing) | |
| | |
| Timing | |
| Vowel and consonant duration, and variability of duration | Baudelle et al. 2003, (Cerebellar&Parkinson) French Duez (2006a) Park French Keller 1991 |
| Syllable duration and variability (intra and interutterances) | Hartelius et al. (2000) (multiple sclerosis) |
| Articulation rate | Gentil et al. (1995) Park French Duez 2005 Park French |
| Pause time (% , and duration) | Duez (2005) Park French |
| Accentual Phrase and Intonational phrase final syllable duration | Duez (2006) Park |
| Syllable segregation index (Sum of syll nuclei duration/total utterance duration) | Kent & Rosenbeck 1982 |
| | |
| Dysfluencies | |
| Atypical pauses, inter-syllable breaks | Kent and Netsell (1975, Kent et al. 79 (ataxic dysarthria) |
| Repetition, false start (delayed initiation of speech) | Duez (2005) Park French Monfrais-Pfauwadel (1995) French |

Tableau II.B-1. Revue des paramètres acoustiques analysés dans la littérature pour décrire acoustiquement différentes dimensions de parole altérées dans différents types de dysarthries. Les études portant sur le français sont indiquées.

La majeure partie des descriptions de la parole dysarthrique est basée sur des évaluations perceptives. Celles-ci sont de plus en plus complétées par des évaluations basées sur des méthodes instrumentales quantitatives, comme des analyses acoustiques ou physiologiques. Si ces évaluations ont l'intérêt d'être plus objectives que l'évaluation perceptive, elles permettent aussi d'apporter des informations différentes. L'évaluation perceptive peut donner une impression globale du déficit et des dimensions de parole altérées, ce qui est essentielle au diagnostique, puisqu'un patient est dysarthrique car il 'sonne' dysarthrique. L'évaluation acoustique par contre peut donner une description détaillée et quantifiée des dimensions altérées (voir les revues de Weismer 1984, Keller et al. 1991, Forest & Weismer 1997, Murdoch 1998, Kent et al. 1999, Ghio 2007).

Face à la pluralité des dimensions de parole pouvant être altérées en dysarthrie, de nombreux types de paramètres acoustico-phonétiques peuvent être mesurés. Il s'agit donc pour le phonéticien d'identifier quels paramètres sont pertinents. Le tableau II.B-1 présente le résultat d'une revue de la littérature effectuée en 2008 sur les différents paramètres acoustiques qui ont été utilisés pour la description de différents types de dysarthrie. Le second défi qui se pose au phonéticien est de trouver le moyen de les quantifier. En effet, si ces paramètres acoustico-phonétiques que l'on a l'habitude de mesurer en parole normale peuvent être analysés de manières semi-automatiques, l'obstacle principale est le temps et l'expertise que ces analyses requièrent. Cet aspect est aggravé en parole pathologique car la parole est souvent très altérée et on se retrouve souvent face à des empan de parole où il est impossible de faire des mesures précises ou même d'identifier ce qui est prononcé.

De ce fait, les études acoustiques sur la dysarthrie se concentrent sur quelques paramètres acoustiques et se résument souvent à l'observation de petites cohortes de patients, une faible quantité de parole, et une variété réduite de matériaux linguistiques. Par exemple, dans la revue de Murdoch (1998) de 17 études acoustiques de parole dysarthrique, seules 3 vont au delà de la lecture de phrase (1 en lecture de texte et 2 en spontané). D'autre part, la majorité des études se restreignent à l'observation d'un seul, voire deux, types de dysarthries. Bien que les types principaux de dysarthrie aient été documentés acoustiquement, il apparaît que les plus étudiés sont les dysarthries dans la SLA et dans la maladie de Parkinson. Enfin, nos connaissances de la parole dysarthrique portent essentiellement sur l'anglais (notamment grâce aux nombreux travaux des équipes de Kent aux Etats-Unis et Murdoch en Australie), et sur l'allemand (notamment grâce aux travaux des équipes de Ziegler et Ackermann). Par contre, peu d'études ont porté sur la description acoustique de la parole dysarthrique en français (voir des références sur le français dans le tableau II.B-1).

Face à ces constats, les recherches que nous avons commencées sur la dysarthrie visent à permettre une description acoustique quantifiée et multi-paramétrique des profils de parole de nombreux locuteurs dysarthriques francophones couvrant plusieurs types de dysarthries. Notre objectif est donc d'identifier et quantifier des caractéristiques acoustiques robustes permettant de caractériser des variations de la parole comme étant des caractéristiques de la dysarthrie (vs. des variations normales), de différencier des types de dysarthrie, et éventuellement de suivre l'évolution d'une dysarthrie.

B.2. Constitution d'un corpus conséquent de parole dysarthrique en français

Notre objectif étant de caractériser différents types de parole dysarthrique et de travailler sur des cohortes de patients francophones suffisamment grandes, le gros travail de sélection de la population (présenté dans le tableau II.B-2) a été primordial. Il existe plusieurs façons de classifier les dysarthries. La plus utilisée est une classification basée sur des caractéristiques perceptuelles (des 'clusters' de dimensions de parole perçues comme déviantes). L'objectif de notre projet étant de caractériser acoustiquement la parole dysarthrique, il était nécessaire de nous baser sur une classification reposant sur des dimensions autres que celles liées à la parole elle-même. Nous avons donc sélectionné nos patients sur la base de diagnostics neurologiques.

La dysarthrie est un signe clinique de plusieurs atteintes neurologiques, parmi lesquelles nous avons choisi 3 pathologies représentant des atteintes des trois systèmes neurologiques principaux : *le système extrapyramidal avec la maladie de Parkinson, le système pyramidal avec la Sclérose Amyotrophique Latérale (SLA), et le système cérébelleux avec l'ataxie cérébelleuse.* Les enregistrements de ces patients sont issus de différentes bases de données, dont celle de Claude Chevrie-Muller à la Pitié-Salpêtrière, de l'Hôpital Européen Georges-Pompidou, du CH du Pays d'Aix, et de l'hôpital de la Timone.

A ces trois populations, s'est ajoutée une sous-population de *patients souffrant de surcharges lysosomales (ML)*. Un grand nombre de maladies de surcharge lysosomale affecte le système nerveux, entraînant, dans certains cas, une dysarthrie. Cette dernière peut résulter d'un syndrome cérébelleux, d'une faiblesse musculaire, d'une dystonie voire des trois. Huit patients (âgés de 21 à 41 ans) atteints de la maladie de Niemann Pick C (NPC, 3 hommes, 2 femmes) et de la maladie de Tay Sachs tardif (LOTS, pour 'late onset Tay Sachs', 2 femmes, 1 hommes) ont été enregistrés dans le cadre d'un essai thérapeutique à l'Hôpital Pitié-Salpêtrière (service du Prof. F. Sedel), une fois avant traitement puis 2 à 5 fois après traitement sur une période d'environ 2 ans.

Au total, 114 patients représentant 4 grands types de dysarthries ont été inclus dans ce corpus sur la base de critères cliniques) et de sévérité (le patient devant être globalement intelligible). Un

corpus de 64 locuteurs sains est utilisé comme groupe contrôle. Jusqu'à maintenant la parole de ces locuteurs a été analysée sur la lecture d'un texte (Le Cordonnier et/ou La Chèvre de M. Seguin).

| | SLA | Maladie de Parkinson | | | Ataxie Cérébelleuse | | Maladies Lysosomales | Témoins non dysarthriques | | |
|----------------|-----|----------------------|-------|-----|---------------------|-----|----------------------|---------------------------|-----|----|
| N | 38 | 16 | 15 | 15 | 11 | 11 | 8 | 30 | 26 | 8 |
| Base d'origine | PHO | CCM | AHN | AHN | CCM | MTO | ML | CCM | AHN | ML |
| Texte lu | Co | Co | Co,Ch | Ch | Co | Co | Co | Co | Ch | Co |

Tableau II.B-2. Population étudiée. (SLA=Sclérose Latérale Amyotrophique ; PHO : base HEGP, Paris; CCM : base C. Chevré-Müller, Paris; AHN : base CH du Pays d'Aix ; MTO= base Marseille-Timone; ML = base Pitié-Salpêtrière; Co=texte Le Cordonnier; Ch=texte La chèvre de M. Seguin)

B.3. Défis méthodologiques pour le prétraitement des données

Un des défis méthodologiques dans ces études sur la dysarthrie a été de faire face à la quantité de données à étudier. On sait que l'analyse phonétique de la parole est assez coûteuse en temps et en expertise. Ce coût est d'autant plus important quand on aborde la parole dysarthrique où les sons produits sont souvent très éloignés d'une prononciation standard et sont très variables d'un locuteur à l'autre au sein d'une même pathologie et d'une pathologie à l'autre. C'est principalement pour cette raison que les études acoustiques de la parole dysarthrique se limitent le plus souvent à l'étude de quelques paramètres acoustiques et à un petit nombre de patients.

Afin d'obtenir une image plus globale des caractéristiques phonéto-acoustiques de la parole dysarthrique, nous avons choisi dans nos recherches d'analyser une grande quantité de données : l'étude de la production d'un texte (et non de simples mots ou phrases) et l'étude d'une grande cohorte de locuteurs (114 patients et 64 témoins). Pour pouvoir traiter cette grande masse de données, le recours à des traitements automatisés nous est apparu une condition essentielle pour mener ce projet à son terme. Une bonne partie de nos travaux a donc été consacrée à la mise en place et l'évaluation d'une méthodologie de traitement des enregistrements qui repose, à la fois sur des analyses détaillées manuelles du signal acoustique et sur des procédures issues du traitement automatique de la parole.

(i) Adaptation d'outils automatiques d'alignement à la parole dysarthrique :

Pour être alignées, les productions des patients ont dû être retranscrites manuellement sous forme orthographique de façon à inclure les insertions, suppressions, substitutions et répétitions

produites par les patients par rapport au texte d'origine. Des conventions de transcription ont été adaptées à ce type de production de façon à guider au maximum le système automatique mais en s'assurant que les transcrip-teurs ne perdraient pas trop de temps à retranscrire ces productions parfois très altérées. Les outils d'alignement contraint par le texte conçus au LIA pour traiter de la parole « normale » ou prototypique ont aussi été adaptés pour répondre au mieux à la distorsion et à la variabilité induite par la parole dysarthrique. Premièrement, nous avons adapté le lexique phonétisé, utilisé en entrée du système automatique, pour n'inclure que les entrées lexicales du texte lu et leurs variantes de prononciation les plus fréquentes. Deuxièmement, le système a été mis au point et testé suivant plusieurs configurations, impliquant différents ensembles de modèles acoustiques (représentant les phonèmes du français), appris chacun sur des corpus de parole française différents : parole lue enregistrée en chambre sourde, parole journalistique et spontanée issue d'émissions radiophoniques. Il s'est alors agi de tester quelle configuration était la mieux adaptée à la parole dysarthrique. Nous avons choisi au final un alignement en deux temps : un premier passage avec des modèles de parole journalistique, puis un second passage avec des modèles acoustiques de parole spontanée.

(ii) Validation de la procédure d'alignement automatique :

Nous savons que les systèmes d'alignement automatique peuvent générer des erreurs dans la localisation des frontières des phonèmes, même en parole normale. Il est donc nécessaire d'évaluer ces erreurs par rapport à une segmentation manuelle, et d'évaluer l'adéquation d'une telle approche en regard de la validité des analyses phonético-acoustiques qu'elle permet dans le contexte spécifique de la parole dysarthrique. Nous avons validé notre approche sur un échantillon de la population (base ML), incluant des locuteurs féminins et masculins, des dysarthries différentes et des degrés de sévérité variés, en confrontant les sorties automatiques d'alignement en phonèmes à des annotations manuelles fournies par deux experts humains.

Les productions alignées automatiquement (AA) ont donc été comparées à un alignement manuel (AM) de ces mêmes productions par deux experts humains. Afin de mesurer la concordance entre AA et AM, les décalages entre les frontières ont été analysés en fonction des types d'erreurs, des profils de sévérité des locuteurs et des types de phonèmes. *Si les performances du système automatique par rapport à l'alignement manuel sont équivalentes entre contrôles et patients à dysarthrie modérée, les décalages sont plus importants pour les sujets très dysarthriques.* Des stratégies de filtrage des erreurs de segmentation basées sur des mesures de confiance estimées lors de l'alignement automatique doivent être testées.

Pour évaluer la validité d'une analyse phonétique basée sur un AA, nous avons effectué des mesures acoustiques sur cet alignement et les avons comparées aux résultats obtenus à partir de l'AM. Des dimensions acoustiques différentes, temporelles et spectrales, ont été testées. *Il ressort que l'application d'une procédure d'AA pour l'analyse de la parole dysarthrique est tout à fait envisageable, même si, en fonction des critères étudiés, elle nécessitera une vérification manuelle. Si les décalages temporels entre les étiquettes de l'AA et celles de l'AM peuvent avoir des répercussions sur une description des durées absolues des segments, les résultats obtenus sur l'AA permettent la comparaison de profils généraux entre phonèmes ou entre locuteurs.* Pour les mesures spectrales, les analyses basées sur l'AA sont fiables et ne nécessitent pas de correction manuelle préalable, ceci aussi bien pour les formants des voyelles que pour les mesures spectrales sur le bruit des fricatives, segments dont la durée est sous-estimée par l'AA. Ces résultats très encourageants nous ont poussé à continuer nos analyses sur des données pré-alignées de façon automatique, et corrigées manuellement au besoin.

B.4. Réductions vocaliques en parole dysarthrique

Plusieurs études acoustiques ont été menées sur le corpus, souvent sur des sous-échantillons, afin de définir les paramètres acoustiques à mesurer pour rendre compte de variations observées. Nous avons par exemple testé des mesures de fréquence fondamentale (pour étudier le contrôle laryngé), des mesures de caractéristiques temporelles, spectrales, et d'intensité des voyelles et des consonnes et des transitions (pour étudier les mouvements articulatoires supralaryngés et leur coordination), des mesures liées à l'organisation de la parole à un niveau suprasegmental, des mesures de dysfluences, etc... Ces mesures incluent des paramètres temporels et spectraux, à l'échelle du phonème ou plus large (comme le débit ou des f_0 moyens). Des distinctions systématiques ont pu être trouvées entre patients et témoins sur certains paramètres acoustiques en fonction des populations (ex. ralentissement du débit chez les ML et SLA, réduction des variations mélodiques chez les Parkinsoniens, réduction de pente des transitions chez les SLA, etc.). Certaines mesures sont encore à affiner, en particulier pour caractériser la variation dans la production des consonnes (voir Strycharczuk & Fougeron, subm.), et l'implémentation dans des scripts permettant une analyse semi-automatisée de l'ensemble du corpus est en cours.

Je détaillerai ici l'étude acoustique la plus aboutie que nous avons faite, et qui porte sur la réduction dans l'articulation des voyelles dans les différentes populations dysarthriques. Cette étude nous a mené à une *réflexion méthodologique sur les paramètres à utiliser pour la description des altérations vocaliques*. En effet, pour décrire la variation dans la production de voyelles, que ce soit pour une comparaison entre locuteurs, entre langues, entre styles de parole ou en pathologie, le chercheur se doit de *trouver des métriques appropriées non seulement pour la description de la nature des multiples variations qui peuvent affecter la réalisation d'une voyelle, mais aussi pour la quantification des*

différences entre conditions testées. Les variations dans le timbre des voyelles sont relativement bien capturées par une observation de la variabilité des formants F1, F2 (et F3). Lorsqu'il s'agit d'étudier des variations dans la réalisation d'un système vocalique, le problème se complexifie. Il est nécessaire de quantifier des réalisations sur un espace vocalique (projeté en général sur un plan F1/F2) où la variation peut toucher diverses dimensions : (a) réductions de l'espace vocalique dues à un aplatissement sur l'axe F1, un rétrécissement sur l'axe F2, et/ou une centralisation des cibles vocaliques vers un conduit vocal neutre ; (b) dispersions des réalisations au sein d'une même catégorie de voyelles ; et (c) chevauchement dans les réalisations de voyelles de catégories différentes.

Dans les études sur les voyelles en parole dysarthrique, les descriptions se limitent souvent à une mesure de l'étendue de l'espace vocalique (aire du triangle ou quadrilatère, le 'vowel working space' de Ziegler and von Cramon 1983, 1986) et/ou de centralisation pour capturer l'«imprécision articulatoire» telle qu'elle est jugée dans des évaluations perceptives (ex. Turner et al., 1995, 2000, Weismer et al. 2001, Bunton et al. 2001, Liu et al. 2005, Sapir et al. 2007). Or, il nous semble que ces mesures ne donnent qu'une image partielle des altérations présentes dans la production des voyelles et n'exploitent que très faiblement la richesse des informations articulatoires qui peuvent être inférées à partir de simples mesures des formants F1/F2. Notre objectif a donc été de montrer *l'intérêt d'une description prenant en compte les multiples dimensions pouvant être sujettes à variations dans la production des voyelles* en dysarthrie.

Pour cela nous avons évalué 8 métriques nous permettant d'une part d'évaluer des réductions liées à des *restrictions de mobilité articulatoire* dans des dimensions spécifiques (compression sur F1, sur F2, et/ou dans l'espace F1/F2); et d'autre part de capturer des altérations pouvant *affecter des contrastes linguistiques* : des pertes de contraste entre voyelles (centralisation des cibles articulatoires; chevauchement des cibles vocaliques) ou des instabilités des cibles vocaliques (variabilité intra-catégorie vocalique).

Le tableau II.B-3 présente ces 8 métriques. Les métriques 1 à 5 caractérisent la distribution des voyelles dans l'espace défini par F1 et F2. L'aire de l'espace vocalique est calculé sur les 5 voyelles et non sur /i, a, u/ (voir Fougeron et Audibert, 2011 pour une comparaison entre ces deux aires). Deux métriques de centralisation sont testées : la mesure cFCR est une adaptation d'une métrique qui a été utilisée dans des études cliniques sur les voyelles /i, a, u/ de l'anglais (Sapir et al., 2010). Elle repose sur des prédictions spécifiques sur le mouvement de F1 et F2 des différentes voyelles en cas de centralisation ; la mesure CMinter est plus standard (Huet et Harmegnies, 2000). Les ratios F1RR et F2RR cherchent à capturer des variations dans la mobilité du complexe langue/mâchoire sur un axe d'aperture et de la langue sur un axe antéro-

postérieur¹, respectivement. La métrique 6 (CMintra) rend compte de la dispersion des réalisations au sein d'une même catégorie de voyelles et traduit donc la variabilité dans la production des cibles acoustiques. La métrique 7 est une mesure de chevauchement moyen calculé à partir du chevauchement entre les ellipses des voyelles i/e, e/a, a/o, i/u et e/o sur les plan F1 et F2. Cette mesure cherche à refléter une possible perte de contraste entre catégories vocaliques. La métrique Phi introduite par Huet et Harmegnies (2000) mesure le degré d'organisation du système inspirée de l'analyse de variance, prenant en compte le rapport entre la dispersion de toutes les catégories de voyelles par rapport au centre de l'espace vocalique et la dispersion au sein d'une catégorie de voyelle (une valeur basse de phi traduirait la désorganisation du système vocalique).

Nous avons évalué la pertinence et la complémentarité de ces 8 métriques d'après leur potentiel à distinguer différentes populations, leur inter-corrélation et leurs liens avec l'intelligibilité perçue. Environ 10 exemplaires des voyelles /a, e, i, u, o/ ont été extraites du texte Le Cordonnier lu par les 78 patients dysarthriques souffrant de la maladie de Parkinson (GrPark), d'une Ataxie Cérébelleuse (GrCereb) ou de Sclérose Latérale Amyotrophique (GrSLA) et par 26 locuteurs témoins sains.

| |
|---|
| 1) Aire de l'espace vocalique (pVSA) : Aire du pentagone délimité par les valeurs moyennes de F1 et F2 des 5 catégories de voyelles (en supposant les points ordonnés pour éviter les auto-intersections) : $pVSA = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^5 (F1_i F2_{i+1} - F1_{i+1} F2_i)$ |
| 2) Ratio de centralisation de formants (cFCR) : Rapport entre les valeurs formantiques supposées s'accroître avec la centralisation et celles supposées décroître avec la centralisation (FCR adapté pour le français et nos 5 voyelles) : cFCR = $(F2_u + F1_i + F1_o + F2_o) / (F2_i + F1_a + F2_e)$ |
| 3) Carré moyen de la distance au centroïde du pentagone (CMinter) : Somme des carrés des écarts entre le centroïde de chaque catégorie vocalique et le centre de l'espace vocalique, pondérée par le nombre de voyelles dans les différentes catégories, et normalisée par le nombre de catégories - 1 (Huet et Harmegnies, 2000) |
| 4) Ratio d'étendue de F2 (F2RR) : $F2RR = F2_u / F2_o$ (cf. Sapir et al., 2010) |
| 5) Ratio d'étendue de F1 (F1RR) : $F1RR = 2 F1_u / (F1_i + F1_o)$ |
| 6) Carré moyen de la dispersion intra catégories (CM intra) : Somme des carrés des écarts entre les exemplaires de voyelles et le centroïde de la catégorie vocalique correspondante, normalisée par le nombre de voyelles considérées - le nombre de catégories (Huet et Harmegnies, 2000) |
| 7) Aire totale de recouvrement des ellipses (tOverlap) : Somme de l'aire de recouvrement estimée par échantillonnage des paires d'ellipses correspondant à la dispersion (évaluée par l'écart-type) des différentes voyelles : $tOverlap = \sum_{v_1 \neq v_2} A(intersection(ellipse(v_1), ellipse(v_2)))$ |
| 8) Indice Phi d'organisation du système (Huet et Harmegnies, 2000) : $Phi = CMinter / CMintra$ |

Tableau II.B-3. Description des 8 métriques utilisées.

| | pVSA | cFCR | CMinter | F1RR | F2RR | Phi | tOverlap | CMintra |
|---------|------------------------|------------------------|-----------------------|------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| GrCereb | ns | ns | ns | ns | ns | ns | > ** $\eta^2 = .17$ | > * $\eta^2 = .14$ |
| GrPark | < ** $\eta^2 = .16$ | ns | < * $\eta^2 = .07$ | ns | ns | < ** $\eta^2 = .2$ | > * $\eta^2 = .19$ | > * $\eta^2 = .08$ |
| GrSLA | < * $\eta^2 = .11$ | > ** $\eta^2 = .20$ | ns | ns | < ** $\eta^2 = .16$ | ns | > * $\eta^2 = .14$ | ns |

Tableau II.B-4. Distinction entre groupes dysarthriques et le groupe témoin sur les 8 métriques étudiées. Les signes > < montre le sens des différences significatives par rapport aux témoins, avec * pour $p < .05$ et ** pour $p < .001$. η^2 donne la taille d'effet estimée.

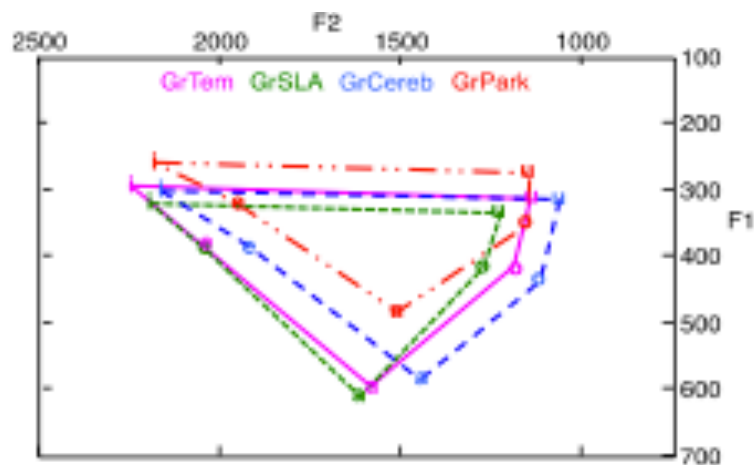


Figure II.B-1. Valeurs moyennes des voyelles /i, e, a, o, u/ sur le plan F1/F2 par population.

Des comparaisons ont été effectuées afin de quantifier, via la taille de l'effet, la capacité de chaque métrique à discriminer les différentes populations dysarthriques du groupe témoin. Les résultats sont présentés dans le tableau II.B-4 et la figure II.B-1. On observe chez les patients SLA et Parkinson une réduction de l'aire de l'espace vocalique (pVSA) par rapport au groupe témoin. Celle-ci est associée à une centralisation du système (capturé par la mesure CMinter pour le GrPark et la mesure cFCR pour le GrSLA). Les patients SLA présentent également une diminution de la plage de F2 traduisant une mobilité réduite de la langue sur le plan antéro-postérieur. Contrairement aux deux autres dysarthries, l'espace vocalique des cérébelleux apparaît comme préservé, sans réduction d'aire, de F1 ou F2, ni de centralisation. Pour autant, cette 'normalité' n'est qu'apparente. Si l'on considère les mesures de dispersion au sein d'une même catégorie vocalique (CMintra) et de chevauchement entre catégorie (tOverlap), il apparaît que l'articulation des voyelles est aussi altérée dans ce groupe. Cette forte variabilité entre les exemplaires d'une même voyelle reflète l'instabilité articulaire propre à ces dysarthries. Ceci contraste avec la dysarthrie dans la SLA qui par son aspect paralytique se traduit par une limitation stable et constante des mouvements. Enfin, les 3 groupes dysarthriques présentent un

chevauchement accru entre les ellipses de dispersion des différentes catégories vocaliques (tOverlap), et donc que les contrastes vocaliques peuvent être affectés.

D'autre part, seul le GrPark présente une désorganisation du système telle que définie par la métrique Phi, avec une dispersion plus importante des voyelles de chaque catégorie (CMintra plus grand que témoins), et une attirance vers le centre de l'espace vocalique des nuages correspondant aux différentes catégories (CMinter plus faible que témoins). Ce groupe Park se distingue également des deux autres par le fait que les variations spectrales ne sont pas associées à des variations dans la durée des voyelles. À contrario, pour les GrSLA et GrCereb, les variations spectrales observées s'accompagnent d'un allongement significatif de la durée des voyelles (particulièrement pour les SLA) et d'une variabilité accrue des durées.

Ces résultats confirment les données de la littérature quant à l'altération dans l'articulation des voyelles chez les patients atteints de la maladie de Parkinson (ex. McRae et al. 2002) ou de SLA (ex. Turner et al. 1995). Par contre, ils apportent des données nouvelles pour les patients cérébelleux pour lesquels les caractéristiques vocaliques sont réputées être globalement préservées (ex. Kent et al., 1979, Baudelle et al. 2003). Dans la littérature, des résultats divergents existent pour les patients parkinsoniens qui ne se différencient pas toujours des témoins (ex. Weismer et al., 2001). Nous pensons que cela est dû à l'emploi de mesures trop élémentaires (les mesures d'aire). En effet, dans nos données, plusieurs métriques permettent de capturer les différences de réalisation vocalique entre patients parkinsoniens et témoins, en particulier la mesure adaptée aux données du français de l'aire de l'espace vocalique pVSA, l'aire totale de chevauchement des ellipses de dispersion tOverlap et l'indice Phi de niveau d'organisation du système vocalique. *Il apparaît donc que la projection sur une dimension unique de l'ensemble d'un système vocalique dans toute sa complexité est réductrice : nos résultats montrent l'intérêt de la combinaison de métriques complémentaires pour permettre une description plus riche des distorsions de l'espace vocalique.*

Valorisation

Publications majeures sur la pathologie de la parole

subm Strycharczuk P., Fougeron C. (submitted) Temporal conditioning of stop consonant weakening in dysarthric speech. *Journal of Speech and Hearing Research*.

ACL Acher A., Perrier P., Savariaux C. Fougeron C. (in press) Speech production after glossectomy: methodological aspects. *Clinical Linguistics and Phonetics*.

ACL Pernon M., Trocello J.-M., Vaissière J., Cousin C., Chevaillier G., Rémy P., Kidri-Osmani K., Fougeron C., Woïmant F. (2013) Le débit de parole du patient wilsonien dysarthrique peut-il être amélioré en condition de double tâche ?" *Revue Neurologique*, 169, 502-509. doi:10.1016/j.neurol.2012.12.003

| | |
|------|--|
| ACTI | Kocjancic Antolík T., Fougeron C. (2013) Consonant distortions in dysarthria due to Parkinson's disease, Amyotrophic Lateral Sclerosis and Cerebellar Ataxia. <i>Proceedings of Interspeech 2013</i> , Lyon. |
| ACTI | Audibert N. & Fougeron C. (2012) Distorsions de l'espace vocalique : quelles mesures? Application à la dysarthrie. <i>Actes des Journées d'Etudes sur la Parole 2012</i> , pp. 217-224 |
| ACTI | Fougeron C., N. Audibert, (2011) Testing Various Metrics for the Description of Vowel Distortion in Dysarthria, <i>International Congress of Phonetic Sciences (ICPHS'11)</i> , Hong Kong, 17-21 Août 2011, pp. 687-690. |
| ACTI | Fougeron C., L. Crevier-Buchman, C. Fredouille, A. Ghio, C. Meunier, C. Chevré-Muller, N. Audibert, J.F. Bonastre, A. Simon, C. Delooze, D. Duez, C. Gendrot, T. Legou, N. Lévêque, C. Pillot, S. Pinto, G. Pouchoulin, D. Robert, J. Vaissière, F. Viallet, C. Vincent (2010), Developing an acoustiphonic characterization of dysarthric speech in French, <i>7th international conference on Language Resources and Evaluation (LREC'10)</i> , Mai 2010, Malte, p. 2831-2838. |
| ACTI | Fougeron C., N. Audibert, C. Fredouille, C. Meunier, C. Gendrot, O. Panseri, (2010), Comparaison d'analyses phonétiques de parole dysarthrique basées sur un alignement manuel et un alignement automatique, <i>28e Journées d'Etudes sur la Parole, JEP'10</i> , Mons, Belgique, Mai 2010, pp. 365-368. |
| ACTI | Audibert N., C. Fougeron, C. Fredouille, C. Meunier, O. Panseri (2010), Evaluation d'un alignement automatique sur la parole dysarthrique, <i>28e Journées d'Etudes sur la Parole, JEP'10</i> , Mons, Belgique, Mai 2010, pp. 353-356. |
| ACTI | Ghio A., G. Pouchoulin, L. Crevier, C. Fougeron, C. Fredouille, A. Giovanni, D. Robert, B. Teston, F. Viallet, C. Vincent (2010), Expériences et recommandations pour la structuration des données sonores, physiologiques et cliniques dans le cas des dysfonctionnements de la parole, <i>28e Journées d'Etudes sur la Parole, JEP'10</i> , Mons, Belgique, Mai 2010, pp. 57-60. |

Encadrement de M2 :

Lévêque Nathalie, 2006-2007 « Etude prosodique du ralentissement de la parole dans les maladies du motoneurone : le cas de la sclérose Latérale Primitive (SLP) », M2 Phonétique sept. 2007, Univ. Paris3/Sorbonne-Nouvelle, co-direction C. Fougeron, L. Crevier-Buchman & J. Vaissière,

Acher Audrey 2008-2009, Etude perceptive et articulatoire de la parole à partir de données échographiques en 2D : étude de deux patients hémiglossectomisés. Mémoire de M2 de Phonétique, Université Paris3.

Encadrement de mémoires d'orthophonie :

Audrey Acher, 2006-2007, « La parole après glossectomie partielle : confrontation de données praxiques, perceptives, acoustiques et d'intelligibilité chez des patients avec exérèse de bord libre et/ou d'apex. » Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophoniste, Université Paris VI, Faculté de médecine, Pitié-Salpêtrière, juin 2007, co-direction M. Smadja & C. Fougeron,

Chappat Elodie et Amandine Maignan 2008-2009, « Etude longitudinale de la dysarthrie de huit patients atteints de Sclérose Latérale Amyotrophique ». Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophonie, Univ. Paris VI. (co-direction avec N. Lévêque)

Cotelli Agnès 2008-2009, « Evaluation perceptive de la dysarthrie dans la maladie de parkinson et la SLA par des juges naïfs et experts ». Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophonie, Univ. Paris VI. (co-direction avec C. Pillot)

Camille Blind & Clémentine Fornara 2009-2010, « Etude multi-paramétrique de la dysarthrie dans la Sclérose Latérale Amyotrophique : vers une compensation mandibulaire ? ». Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophonie, Univ. Paris VI. (co-direction avec N. Lévêque)

Isabelle Jousseau 2009-2010 « Intelligibilité, sévérité et altération des voyelles de la dysarthrie dans la SLA : étude acoustico-perceptive ». Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophonie, Univ. de Tours (co-direction avec N. Lévêque)

Laura Lhoussaine 2011-2012 « Première validation de la Grille d'Evaluation Perceptive de la Dysarthrie (G.E.P.D) : effet du niveau d'expertise du jury et différenciation entre type de dysarthrie » Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophonie, Univ. Paris VI. (co-direction avec L. Crevier-Buchman)

Marie Baruteau 2012-2013 « Mesure de l'intelligibilité de la parole dysarthrique dans la sclérose latérale amyotrophique. Effet du matériel linguistique et du niveau d'expertise du jury » Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophonie, DUEFO d'Amiens (co-direction avec N. Levêque)

IV- PROJETS DE RECHERCHE : VARIATIONS EN PAROLE NORMALE ET EN PAROLE PATHOLOGIQUE : INTERACTION DE CONTRAINTES MOTRICES ET LINGUISTIQUES.

« Because the distinction between mechanical and targeted properties of the signal is so central to phonology and to most areas of speech research, it is surprising that we still do not have a clear metric to distinguish between the two. » Solé (2007 : 303)

« Science often takes advantages of nature's accidents to learn the principles of a process. » (Duffy and Kent, 2001 : 282)

Dans les études que j'ai menées précédemment, je me suis intéressée à la variation dans la parole normale (de locuteurs sains), d'une part, et dans la parole pathologique, d'autre part. J'aimerais maintenant mettre davantage en relation ces deux paradigmes d'observation. Je pars de l'idée qu'une vision combinée des types de variations et des facteurs conditionnant ces variations dans ces deux systèmes de production, sain et pathologique, nous permettra de mieux comprendre le mécanisme de production de la parole. En effet, l'examen de la parole pathologique peut nous renseigner sur *l'origine et le rôle des phénomènes de variation* dans la parole en général et sur *la façon dont interagissent les différentes contraintes* qui pèsent sur l'acte de parole.

Le signal de parole est façonné non seulement par des contraintes intrinsèques au système de production (c'est-à-dire des contraintes physiologiques, articulatoires, biomécaniques, aérodynamiques, acoustiques, perceptives) mais aussi par des contraintes linguistiques propres à la grammaire de la langue et par des contraintes liées à la communication. Toutes ces contraintes entraînent des variations dans la réalisation des productions, et l'on peut donc interpréter les variations phonétiques de surface comme étant (i) soit le résultat *automatique, non-contrôlé*, des manœuvres mises en place pour la production de la parole, (ii) soit le reflet de *manœuvres contrôlées* par le locuteur et exécutées pour satisfaire aux spécificités de sa langue et à l'efficacité de la transmission du message. La distinction entre ces sources de variation ne se réduit pas à une différence « d'origine » mais de « contrôle », puisque les contraintes qui intègrent la grammaire de la langue peuvent trouver leur motivation dans des phénomènes d'origine motrice ou acoustico-perceptive qui ont pu se phonologiser en diachronie (Ohala, 1990, Solé, 2007; voir aussi Archangeli and Pulleyblank 1994 par exemple sur la notion de *naturalness*). Nous savons par ailleurs que des variations segmentales graduelles qui sont la conséquence de la co-articulation par

exemple, peuvent être modulées par le système linguistique (Cohn 2006, Keating 1996) et la situation de communication (Lindblom 1990).

En parole pathologique, et notamment dans la dysarthrie, la contrainte motrice est maximale. Le locuteur doit accommoder sa production aux restrictions de contrôle et de mobilité articulatoires liées à sa pathologie, et en même temps adapter sa parole aux diverses contraintes linguistiques et communicationnelles. En cela, il doit se soumettre à des contraintes du même ordre que les locuteurs sains, mais dont le poids relatif diffère. A moyen et long terme, je prévois donc de mener des recherches qui reposent sur l'idée que les variations observables en parole pathologique, tant *dans leurs formes, dans leurs conditionnement, que dans leur localisation dans l'énoncé*, peuvent nous renseigner sur le rôle des différentes contraintes en jeu et sur la façon dont elles interagissent dans l'acte de parole. Pour cela, mes futurs projets visent à comparer les variations dans la parole pathologique et dans la parole non-pathologique, notamment en parole spontanée.

Les questions de recherche que je souhaite aborder s'articulent autour des 2 axes suivants :

A. Types et sites de variation, influence des contraintes prosodiques

Il me semble que les variations que l'on peut observer en parole pathologique, tant dans leurs formes que dans leur localisation dans l'énoncé, peuvent nous renseigner sur *l'étendue et les sites de variations possibles* dans la parole saine. Il sera donc question ici d'examiner des variations segmentales (spatiales et temporelles) en parole pathologique et de les comparer à des variations en parole non-pathologique, ceci dans différentes tâches de parole.

Nous chercherons à dresser un *inventaire typologique* des différentes formes de variations rencontrées, ceci afin de comparer les 'types' de variation, leurs similitudes, leurs différences. De fait, les observations que nous avons faites auparavant, nous ont montré qu'il est parfois difficile de déterminer pour des productions dysarthriques (pas trop sévères) si une variation est 'normale ou non'. Les dévoisements ou voisement, les centralisations vocaliques, les omissions, les affaiblissements consonantiques à un stade de dysarthrie modéré sont très semblables à ceux que l'on peut observer dans une parole saine spontanée. Certes ces altérations peuvent être plus fréquentes, mais elles ne sont pas forcément régulières. Contrairement à ce que l'on peut lire dans les descriptions généralistes des types de dysarthries, un patient ataxique ou parkinsonien ne va pas forcément voiser ou dévoiser toutes les consonnes. Dans une étude pilote (Kocjancic Antolík & Fougeron, 2013), portant sur 22 patients souffrant d'une ataxie cérébelleuse, 31 patients parkinsoniens, et 26 patients SLA, seule une petite partie des consonnes examinées (48 par patients) montraient une altération de voisement (voisement des sourdes ou dévoisement des

sonores): 53% pour les ataxiques, 53% pour les parkinsonien et 37% pour les SLA respectivement.

C'est donc dans l'irrégularité des variations qu'il me semble que l'on peut trouver des informations sur les contraintes modulant la production.

Il s'agira alors de comparer *les sites de variation* dans l'énoncé afin de mieux comprendre où la variation est possible et/ou souhaitable. Je pense qu'une grande différence entre variation 'normale' et 'anormale' repose sur le fait que les variations dans la parole dysarthrique apparaissent à des endroits dans l'énoncé où l'on ne s'y attend pas et rendent par conséquent cette parole anormale. Toutefois, le locuteur dysarthrique peut adopter des stratégies compensatoires pour assurer l'intelligibilité de son message à des endroits essentiels à la communication. Aussi vais-je prêter une attention particulière aux positions définies comme 'fortes' d'un point de vue prosodique : la position initiale de constituant et la position sous l'accent. Il s'agira alors de voir si les altérations segmentales sont moins fréquentes dans ces positions où un renforcement articulatoire est attendu en parole saine (voir chapitre 3). Nous avons obtenu des résultats prometteurs en ce sens dans notre étude préliminaire (Kocjancic Antolík & Fougeron, 2013) chez les patients SLA. La dysarthrie dans la SLA est paralytique, on ne s'attend qu'à peu de variabilité dans les capacités motrices au cours de l'énoncé pour cette population. Or, nous avons observé que la fréquence des réductions de /t/ chez ces patients était fonction de la position prosodique. Tous patients confondus, 10% des /t/ en début de Groupe Intonatif (GI) avaient une occlusion incomplète et/ou étaient voisés, alors que ces variations étaient plus fréquentes en début de mot à l'intérieur des GIs (18%) ou en milieu de mot (23%). Il sera intéressant de poursuivre ces recherches en regardant les tendances qui se dégagent pour des patients particuliers (et non plus sur des groupes parfois hétérogènes), et pour d'autres types de dysarthries. Je souhaite également examiner l'effet des contraintes prosodiques dans des pathologies où les désordres articulatoires résultent de troubles à des niveaux supérieurs d'encodage, comme dans l'apraxie ou dans l'aphasie de Broca.

Ces études sur l'influence de la prosodie sur l'articulation basées sur une comparaison entre parole saine et parole pathologique doivent permettre de répondre à certaines questions sur la nature et la fonction du renforcement articulatoire. En effet, alors qu'on admet que la structuration prosodique du message a un effet sur des détails phonétiques et que des variations dans la réalisation de ces détails reflètent cette structuration, il n'est pas évident que ces variations soient des marqueurs de frontières prosodiques (ex. Cho, 2011), au même titre que d'autres paramètres prosodiques traditionnels (modulations de f_0 , allongements). Qu'une variation phonétique traduise l'encodage d'une structuration du message ne veut pas dire que ces variations

‘servent’ à marquer les frontières, et que les auditeurs utilisent ces indices. D’autre part, jusqu’à présent les variations en positions prosodiques fortes ont été considérées comme des ‘renforcements articulatoires’ par rapport à une ligne de base non-renforcée. Or si ces sites de variation s’avèrent être des sites où les patients s’efforcent à ne pas produire de réduction phonétique, il serait peut-être plus correct de les considérer comme *des sites de ‘non-réduction’ ou de ‘résistance à la réduction’*, par rapport aux positions prosodiquement faibles où la réduction est permise. Comparer la parole saine avec des paroles issues de pathologies touchant des niveaux d’encodage différents (dysarthrie, apraxie, aphasie) et produites par des patients présentant des désordres prosodiques divers devrait nous aider à comprendre à quel niveau d’encodage sont planifiées les variations phonétiques conditionnées par la prosodie.

Ces recherches chercheront également à observer *l’adaptabilité* des locuteurs (pathologiques et sains) dans différentes situations de production de la parole. En lecture oralisée, les contraintes communicationnelles sont minimales alors qu’en parole spontanée ou dans des interactions contrôlées, comme dans des protocoles de type map-task adaptés aux patients, elles sont très fortes puisque l’intelligibilité de certaines informations est importante. La comparaison de l’adaptabilité des locuteurs dans ces différentes situations doit donc permettre de mieux *comprendre l’impact de différentes contraintes linguistiques et communicatives* sur les variations de parole.

Dans ce cadre, je m’intéresserai en particulier *au maintien des indices secondaires* du contraste linguistique. En effet, si les réalisations phonétiques d’un patient peuvent être atypiques, du fait des restrictions motrices imposées par la pathologie, le système de contraste peut être préservé grâce à des stratégies compensatoires reposant sur des indices secondaires, par exemple l’allongement des voyelles devant des consonnes voisées alors que celles-ci sont phonétiquement dévoisées.

B. Contraintes motrices et complexité articulatoire

En relation avec les projets décrits ci-dessus, je souhaite également examiner la *notion de complexité articulatoire sous l’angle de la pathologie*.

Nous savons que la production de la parole implique l’activité précise, rapide et complexe du système neuromusculaire. Les atteintes neurologiques liées au contrôle moteur dans la dysarthrie provoquent des altérations dans l’exécution temporo-spatiale des mouvements de la parole. En fonction des pathologies et de la localisation des atteintes, les altérations peuvent toucher l’amplitude, la force, la vitesse et/ou la coordination des mouvements de la parole.

Dans un contexte clinique, la complexité articulatoire de différents sons de la parole ou séquences de sons *peut être testée relativement à leur altérabilité* dans la parole des patients souffrant de divers

troubles. Les conséquences de différents déficits moteurs devraient varier en fonction des besoins articulatoires requis pour des sons spécifiques (ex. précision des cibles articulatoires pour des fricatives, double articulation nécessitant la coordination de différents sous-systèmes articulatoires, etc.). L'examen des variations en fonction des types de sons et séquences de sons chez les patients dysarthriques nous permettra de dresser *une 'échelle d'altérabilité' segmentale* qu'il s'agira ensuite de tester sur de la parole saine spontanée ou à débit rapide.

En observant les altérations segmentales en parole dysarthrique, je chercherai également à tester différentes hypothèses soutenues en phonologie sur l'origine motrice de certaines restrictions dans les inventaires phonologiques (ex. les clics), de contraintes distributionnelles (ex. /tl/) ou de tendances 'universelles' à la réduction en synchronie ou diachronie (ex. la réduction en coda, le dévoisement des fricatives voisées).

Ces projets seront complétés par une étude (thèse de M. Robert) comparant les capacités praxiques de la sphère oro-faciale dans des tâches de non parole utilisées en clinique avec les capacités articulatoires dans des tâches de parole. L'objectif sera de mieux tester et comprendre les restrictions motrices des patients et leur conséquence potentielle sur la parole.

Ces projets de recherche vont s'inscrire à moyen terme dans le cadre de deux projets financés et de deux thèses qui viennent de débiter :

- l'ANR TYPALOC « Variations normales et anormales de la parole: TYPologie, Adaptation, LOCALisation » (ANR-12-BSH2-003, PI C. Meunier, LPL) qui a débuté en novembre 2012 et qui va me permettre de continuer la collaboration avec mes collègues du LPP (Paris), du LPL (Aix-en-Provence) et du LIA (Avignon).
- l'opération PPC5 du LabEx EFL (Axe 1, <http://axe1.labex-efl.org/?q=en>) «Assessing phonetic and phonological complexity in motoric speech disorders» (resp. C. Fougeron)
- les thèses de Marina Robert (début 2012, en co-direction avec Peggy Gatignol) et de Fanny Ivent (début 2013, en co-direction avec Lise Crevier-Buchman).

Les analyses de parole dysarthrique s'appuieront sur l'expertise acquise durant le projet ANR Despho Apady (décrit dans le chapitre précédent), notamment au niveau du corpus et des outils de traitement. Nous continuerons d'exploiter les enregistrements de lecture de texte de notre corpus, et nous travaillerons aussi sur des enregistrements de parole spontanée faits auprès de ces mêmes patients. Nous compléterons le corpus par des enregistrements de nouveaux patients, dans différentes tâches de production et si possible dans des langues différentes (en espagnol par exemple pour la thèse de F. Ivent). Je souhaiterai également élargir mes recherches à des

pathologies différentes, notamment l'apraxie de la parole et l'aphasie de Broca. Ces projets bénéficieront également de l'expérience que j'ai pu acquérir dans mes recherches sur gros corpus de parole non contrôlée. Dans ce cadre, une collaboration étroite avec mes collègues du LPP, Cédric Gendrot et Martine Adda-Decker sera très bénéfique.

V. REFERENCES CITEES

- Ackerman H. & Ziegler W. (1991) Articulatory deficits in Parkinsonian dysarthria: an acoustic analysis, *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 54, 1093-1098.
- Archangeli, D. and Pulleyblank, D. (1994). *Grounded Phonology*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Astésano, C. (2001). *Rythme et accentuation en français. Invariance et variabilité stylistique*. Paris: Editions l'Harmattan, Collection Langue et Parole.
- Auzou, P., Ozsancak, C., Jan, M., Leonardon, S., Menard, J.F., Gaillard, M.J., Eustache, F., & Hannequin, D. (1998). Clinical assessment of dysarthria: presentation and validation of a method [in French]. *Revue Neurologique*, 154, 523– 530.
- Avesani, C., Vayra, M., Zmarich, C. (2007). On the articulatory bases of prominence in Italian. *Proc. 16th ICPHS 2007*
- Baudelle E. , J. Vaissière, J.L. Renard, B. Roubeau, C. Chevie-Müller (2003) Caractéristiques vocaliques intrinsèques et co-intrinsèques dans les dysarthries cérébelleuse et parkinsonienne. *Folia Phoniatrica & Log.*, 55:137-146
- Beckman, M. & Edwards, J. (1994). Articulatory evidence for differentiating stress categories. In P.A. Keating (ed.) *Papers in Lab. Phon. III: Phonological structure and phonetic form*, 7-33. Cambridge: C.U.P.
- Beckman, M. E. & J. B. Pierrehumbert. (1986). Intonational structure in Japanese and English, *Phonology Yearbook*. 3: 255-309.
- Beckman, M., Edwards, J., and Fletcher, J. (1992). Prosodic structure and tempo in a sonority model of articulatory dynamics. In G. Docherty and D. R. Ladd (eds.) *Papers in Lab. Phon. II: Gesture, Segment, Prosody*, 68-86. Cambridge: C.U.P.
- Bombien, L., Mooshammer C., Hoole P., Rathcke T., & Kühnert B. (2007). Articulatory strengthening in initial German /kl/ clusters under prosodic variation. In *Proceedings of the 16th international congress of phonetic sciences*. (pp 457-460). Saarbrücken, Germany.
- Browman, C. & Goldstein, L. (1992). Articulatory Phonology: An Overview. *Phonetica*, 49, 155-180.
- Browman, C. & Goldstein, L. (1992). Articulatory Phonology: An Overview. *Phonetica*, 49, 155-180.
- Browman, C. & Goldstein, L. (1995). Gestural syllable position effects in American English. In F. Bell-Berti & L.J. Raphael (eds.) *Producing speech: A Festschrift for Katherine Safford Harris*, 19-34. Woodbury, N.Y.: American Institute of Physics Press.
- Bunton, K, Weismer, G. (2001). The relationship between perception and acoustics for a high-low vowel contrast produced by speakers with dysarthria. *JSLHR* 44, 1215-1228.
- Byrd D., & Choi, S. (2006). At the juncture of prosody, phonology, and phonetics – The interaction of phrasal and syllable structure in shaping the timing of consonant gestures. *The 10th Conference on Laboratory Phonology*, Paris, France.
- Byrd, D. (2000). Articulatory vowel lengthening and coordination at phrasal junctures. *Phonetica*, 57 (1), 3–16.
- Byrd, D., & Saltzman, E. (1998). Intra-gestural dynamics of multiple phrasal boundaries. *Journal of Phonetics*, 26, 173–199.
- Byrd, D., Kaun, A., Narayanan, S. & Saltzman, E. (1996). Phrasal signatures in articulation. Paper presented at the *5th conference on Lab. Phon.*, Evanston, USA. (published in *Papers in Lab. Phon. V*).
- Cho T. (2005). Prosodic strengthening and featural enhancement: Evidence from acoustic and articulatory realizations of /a, i/ in English. *Journal of Acoustical Society of America* 11 (6), 3867-3878.
- Cho, T. (1998). Domain-initial strengthening in the prosodic hierarchy: an EPG study. In *Proceedings of 11th International Conference on Korean Linguistics (ICKL 11)*, University of Hawaii at Manoa.
- Cho, T. (2001). Effects of morpheme boundaries on intergestural timing: evidence from Korean. *Phonetica*, 58, 129-162.
- Cho, T. (2006). Manifestation of Prosodic Structure in Articulation: Evidence from Lip Kinematics in English. In *Laboratory Phonology 8* (pp. 519-548), Berlin/New York: Mouton de Gruyter.
- Cho, T. (2008). Prosodic strengthening in transboundary V-to-V lingual movement in American English. *Phonetica* 65 (1,2), 45-61.
- Cho, T. (2011). The phonetics-prosody interface in laboratory phonology. In N. C. Kuma, B. Botma, & K. Nasukawa (Eds.), *The continuum companion to phonology*. London/ New York: Continuum.
- Cho, T., & Keating P. (1999). Articulatory and acoustic studies of domain-initial strengthening in Korean. *UCLA Working Papers in Phonetics*, 97, 100-138.

- Cho, T., & Keating, P. A. (2001). Articulatory and acoustic studies on domain-initial strengthening in Korean. *Journal of Phonetics*, 29(2), 155–190.
- Cho, T., Jun S-A, & Ladefoged P. (2002). Acoustic and aerodynamic correlates of Korean stops and fricatives. *Journal of Phonetics*, 27, 207-229.
- Cho, T., Lee Y., & Kim, S. (2011). Communicatively driven versus prosodically driven hyper-articulation in Korean. *Journal of Phonetics*, 39 (3), 344-361.
- Chomsky, N. (1981). Théorie du gouvernement et du liage : les conférences de Pise. Trad. française de P. Pica (1991). Paris : Editions du Seuil
- Chomsky, N., & Halle, M. (1968). The Sound Pattern of English. New York: Harper and Row.
- Clements, G.N. (1986). Compensatory Lengthening and Consonant Gemination in Luganda. in L. Wetzels & E. Sezer, (eds.), Studies in Compensatory Lengthening: 37-77. Foris Publications, Dordrecht.
- Clements, G.N. (1990). The role of the sonority cycle in core syllabification. in J. Kingston & M. Beckman, eds. *Papers in Laboratory Phonology I*: 283-333. CUP, Cambridge.
- Cohn, A. (2006). Is there Gradient Phonology? In G. Fanselow, C. Féry, M. Schlesewsky & R. Vogel (eds.), Gradience in Grammar, 25-44. Oxford: Oxford University Press.
- Cole, J., H. Kim, H. Choi, and M. Hasegawa-Johnson (2007). Prosodic effects on acoustic cues to stop voicing and place of articulation: Evidence from Radio News speech. *Journal of Phonetics*, 35, 180-209.
- Coleman, J. (2001). The phonetics and phonology of Tashlhiyt Berber syllabic consonants. *Transactions of the Philological Society* 99. 29-64.
- Coleman, John (1996). Declarative syllabification in Tashlhit Berber. In Durand & Laks (eds) Current trends in phonology: models and methods. Salford: ESRI. 177–218.
- Content A., Dumay N., Frauenfelder U. (2000) The role of syllable structure in lexical segmentation in French: Helping listeners avoid mondegreens. In *Spoken Word Access Processes*, A. Cutler, J.M. McQueen, and R. Zondervan (Eds.), 39-42.
- Content A., Kearns R., Frauenfelder U. (2001) Boundaries versus onsets in syllabic segmentation. *Journal of Memory and Language* 45(2): 177-199.
- Cooper, A. (1991). Laryngeal and oral gestures in English /p, t, k/. *Proceedings of the 12th ICPbS*, 2, 50-53. Aix en Provence, France.
- D'Imperio, M., & Michelas, A. (2010). Embedded register levels and prosodic phrasing in French. In *Proceedings of the Vth Speech Prosody conference* (pp. 100879:1–4). Chicago.
- D'Imperio, M., German, J., & Michelas, A. (2012). Multi-level constraint interaction and phrasing in French. In: G. Elordieta, & P. Prieto (Eds.), Prosody and meaning. Mouton: The Hague.
- Darley, F., Aronson, A., Brown, J. 1969b Clusters of Deviant Speech Dimensions in the Dysarthrias. *JSHR*, 12: 462-496.
- De Jong, K. J. (1995). The supraglottal articulation of prominence in English: Linguistic stress as localized hyperarticulation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 97(1), 491–504.
- De Jong, K. J., Beckman, M. E., & Edwards, J. (1993). The interplay between prosodic structure and coarticulation, *Language and Speech*, 36, 197-212.
- Delais-Roussarie, E. (1995) Pour une approche parallèle de la structure prosodique: Etude de l'organisation prosodique et rythmique de la phrase française, Thèse de Doctorat, Université de Toulouse - Le Mirail, France
- Delattre P. (1940) Le mot est-il une entité phonétique en français?" *Le français moderne* 8: 47-56.
- Delattre P. (1965) Comparing the phonetic features of English, French, German and Spanish. Heidelberg: Julius Groos Verlag.
- Delattre, P. (1966). Les dix intonations de base du français. *French Review*, 40, 1–14.
- Di Cristo, A. (1999) : Le cadre accentuel du français contemporain : essai de modélisation, *Langues*, 2 [3] : 184-205 et *Langues*, 2 [4] : 258-267.
- Di Cristo, A. & Hirst, D. (1996) "Vers une typologie des unités intonatives du français." *Actes des XXIèmes Journées d'Etude sur la Parole* (Avignon, juin 1996), 219-222
- Di Cristo, A., & Hirst, D. (1993). Rythme syllabique: Rythme mélodique et représentation hiérarchique de la prosodie du français. *Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix*, 15, 9–24.
- Dilley, L. & Shattuck-Hufnagel S. (1996). Glottalization of word-initial vowels as a function of prosodic structure. *Journal of Phonetics*, 24, 423-444.
- Dohen M. & Løvenbrück H. (2009). Interaction of audition and vision for the perception of prosodic contrastive focus. *Language and Speech*, 52 (3), 177-206.
- Dohen M., Løvenbrück H. & Hill H. (2009). Recognizing prosody from the lips: is it possible to extract prosodic focus from lip features? In Alan Wee-Chung Liew & Shilin Wang (Eds.), Visual Speech Recognition: Lip

- Segmentation and Mapping, Medical Information Science Reference, Hershey, New York, ISBN 978-1-60566-186-5, 416-438.
- Dohen, M., Løevenbruck, H., Hill, H. (2006). Visual correlates of prosodic contrastive focus in French: Description and inter-speaker variabilities. *Proc. Speech Prosody 2006*, Dresden, 221-224.
- Duez, D. (2001). Manifestation phonétique de la réduction et de l'assimilation contextuelle des segments de la parole conversationnelle. *Revue P.Arole*, vol. 17-18-19. 2001, p. 89-111.
- Dumay N., Content A., Frauenfelder U. (1999) Acoustic-phonetic cues to word boundary location: Evidence from word spotting. In *Proceedings of the 14th International Congress of Phonetic Sciences*, 281-284, San Francisco, CA.
- Durand M. (1936), Le genre grammatical en français parlé Paris et en région parisienne. *Bibliothèque du Français Moderne*. Paris.
- Encrevé, P. (1988). *La Liaison avec et sans enchaînement*. Paris: Editions du Seuil.
- Farnetani, E. & Vayra. M. (1996). The role of prosody in the shaping of articulation in Italian CV syllables. *Proceedings of the 1st ESCA Workshop on Speech Production Modeling, 4th Speech Production Seminar*, 9-12. Autrans, France.
- Fischer, R. (1980). La phonologisation du schwa en français, *Linguisticae investigationes* 4(1):21-38.
- Fónagy, I. (1979). Fonction prédictive de l'intonation. In P. Léon, M. Rossi (éds.) *Problèmes de prosodie t.2*, Studia Phonetica 18: 113-122.
- Forrest, K., Weismer, G., & Turner, G.S. 1989. Kinematic, acoustic, and perceptual analyses of connected speech produced by Parkinsonian and normal geriatric adults. *Journal of the Acoustical Society of America*, 85, 2608–2622.
- Fougeron C. (1998). *Variations articulatoires en début de constituants prosodiques de différents niveaux en français*. Thèse de doctorat, Université de Paris III, France.
- Fougeron, C. (1999). Prosodically conditioned articulatory variations: a review. *UCLA Working Papers in Phonetics* 97, 1-74.
- Fromkin, V. (1965). Some phonetic specifications of linguistic units: an electromyographic investigation. *UCLA Working Papers*, 3, 1-184
- Gaskell G., Spinelli E., Meunier F. (2002) Perception of Resyllabification in French. *Memory and Cognition* 30: 798-810.
- Gendrot C., Gerdes K., & Adda-Decker M. (2011). Impact of prosodic position on vocalic space in German and French. In *Proceedings of the 17th international congress of phonetic sciences* (pp. 731-734), Hong-Kong, China.
- Gendrot, C., & Gerdes, K. (2011). Prosodic hierarchy and spectral realization of vowels in French. In : Yoo, H-Y & Delais-Roussarie, E. (eds), *IDP 2009*, (pp. 191-205) Paris, France.
- Gentil, M. 1990. Dysarthria in Friedreich disease. *Brain and Language*, 38, 438–448.
- Ghio A., G. Pouchoulin, L. Crevier, C. Fougeron, C. Fredouille, A. Giovanni, D. Robert, B. Teston, F. Viallet, C. Vincent (2010). Expériences et recommandations pour la structuration des données sonores, physiologiques et cliniques dans le cas des dysfonctionnements de la parole, *28e Journées d'Etudes sur la Parole*, JEP'10, Mons, Belgique, Mai 2010.
- Ghio, A.; Teston, B.; Viallet, F.; Jankowski, L.; Purson, A.; Duez, D.; Locco, J.; Legou, T.; Pinto, S.; Marchal, A.; Giovanni, A.; Robert, D.; Révis, J.; Fredouille, C.; Bonastre, J.-F.; Pouchoulin G. (2007). Corpus de parole pathologique, état d'avancement et enjeux méthodologiques au LPL. *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage d'Aix-en-Provence (TIP4)*, vol. 25. 2007, p. 109-126.
- Grammont, M. (1933). *Traité de Phonétique*. Paris: Delagrave.
- Grammont, M. (1938) *Traité pratique de prononciation française*, 9th edition. Paris : Delagrave.
- Harrington, J., Fletcher, J. and Beckman, M.E. (2000). Manner and place conflicts in the articulation of accent in Australian English. In Broe M. (editor), *Papers in Laboratory Phonology*, 5. (p. 40-55). Cambridge University Press: Cambridge.
- Harrington, J., Fletcher, J. & Roberts, C. (1995). An analysis of truncation and linear rescaling in the production of accented and unaccented vowels. *Journal of Phonetics*, 23, 305-322.
- Hirst, D. & Di Cristo, A. (1996) "Y-a-t-il des unités tonales en français ?" *Actes des XXIèmes Journées d'Etude sur la Parole* (Avignon, juin 1996), 223-226
- Hirst, D., & Di Cristo, A. (1984). French intonation: A parametric approach. *Die Neuren Sprach*, 83(5), 554–569.
- Hirst, D.J. and A. Di Cristo (eds). (1998). *Intonation Systems: A survey of Twenty Languages*. Cambridge University Press.
- Hock, H. H. (1992). Initial Strengthening. In W.U. Dressler et al. (eds.) *Phonologica 1988*. Cambridge, Mass.: C.U.P.
- Huet K. & Harmegnies B. (2000). Contribution à la quantification du degré d'organisation des systèmes vocaliques. *Actes des JEP'2000*, 225-228.
- Jun, S.-A. (1993) *The Phonetics and Phonology of Korean Prosody*. PhD diss. OSU
- Kahn, D. (1976). *Syllable-based generalisations in English phonology*. Bloomington : Indiana University Linguistics Club

- Keating, P. A. (1995). Effect of prosodic position on /t,d/ tongue/palate contact. *Proceedings of the 13th ICPbS*. Stockholm, Sweden.
- Keating, P. A. (1996) "The Phonology-Phonetics Interface", in *Interfaces in Phonology*, edited by U. Kleinhenz , pp. 262-278, *Studia grammatica* 41, Akademie Verlag, Berlin.
- Keller E., Vigneux, P. & Laframboise, M. (1991). "Acoustic analysis of neurologically impaired speech". *British Journal of Disorders and Communication*, 26, 75-94.
- Kenstowicz, M. (1994). Phonology in generative grammar. Cambridge, Mass. & Oxford: Blackwell.
- Kent, R. D., Netsell, R., & Abbs, J. H. (1979). Acoustic characteristics of dysarthria associated with cerebellar lesion. *Journal of Speech and Hearing Research*, 22, 627-648.
- Kent, R.D.- Weismer, G. Kent, J.F.- Vorperian, H.K.- Duffy, J.R. (1999). Acoustic studies of dysarthric speech: Methods, progress, and potetial. *The Journal of Communication Disorders* 32, 3: 141-186.
- Kent, R.D., Kent, J.F., Duffy, J.R., & Weismer, G. (1998). The dysarthrias: Speech-voice profiles, related dysfunctions, and neuropathologies. *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, 6, 165–211.
- Klatt, D.H. (1975). Vowel lengthening is syntactically determined in connected discourse. *Journal of Phonetics*, 3, 129-140.
- Kohler, K. (1990). Segmental reduction in connected speech in German: phonological facts and phonetic explanations. In Hardcastle, W.J. and Marchal, A. , Speech production and speech modelling, NATO ASI Series, Vol 55, pp. 69-92. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
- Krakow, R. A. (1989). The Articulatory Organization of Syllables: A Kinematic Analysis of Labial and Velic Gestures. PhD diss., Yale U.
- Kuzla, C., Cho,T., & Ernestus, M. (2007). Prosodic strengthening of German fricatives in duration and assimilatory devoicing. *Journal of Phonetics*, 35, 301–320.
- Lacheret-Dujour A., Beaugendre F. (1999). La prosodie du français, Paris, éditions du CNRS.
- Ladd, D. R. (1996), Intonational Phonology, Cambridge, Cambridge U.P.
- Laeufer C. (1987) Constraints on the Domain of Phrasal Resyllabification in French. *Ohio State Papers in Linguistics* 34: 75-100.
- Lass, R. (1984). Phonology: an introduction to basic concepts. Cambridge UK: C.U.P.
- Lehiste, I. (1964) Juncture. *Proceedings of the 5th ICPbS*, 172-200. Münster, Germany.
- Levelt, Willem J.M., Ardi Roelofs, and Antje S. Meyer 1999. A theory of lexical access in speech production. *Brain and Behavioral Sciences* 22 (1): 1-38.
- Levin, J. (1985). A metrical theory of syllabicity. PhD dissertation, MIT.
- Lindblom, B. (1990), Explaining phonetic variation: a sketch of the hyper- and hypospeech theory. In Hardcastle and Marchal (eds.), Speech Production and Speech Modeling. Kluwer Academic Publishers, 403-439.
- Lindblom, B. (1990). Explaining phonetic variation: a sketch of the H&H theory. In W.J.Hardcastle & A. Marschal (eds.) Speech Production ans Speech Modelling, 403-439. Dordrecht: Kluwer.
- Liu, H.M., Tsao, F.M., & Kuhl P.K. (2005) *The effect of reduced vowel working space* on speech intelligibility in Mandarin-speaking young adults with cerebral palsy. *J Acoust Soc Am*. 117(6):3879-89.
- Martin, Ph. (1981). Pour une théorie de l'intonation, in Rossi M., et al. (éds), L'intonation, Paris, Klincksieck, 234-271.
- Mehler J., Dommergues J-Y., Frauenfelder U., Segui J. (1981) The syllable's role in speech segmentation. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 20: 298-305.
- Ménard L., Løevenbruck H. & Savariaux C. (2006). Articulatory and acoustic correlates of contrastive focus in French: a developmental study, in Harrington, J. & Tabain, M. (eds), Speech Production: Models, Phonetic Processes and Techniques, Psychology Press : New York, 227-251.
- Mertens, P. (1987). L'intonation du français, de la description linguistique à la reconnaissance automatique. Thèse de doctorat, U. Leuven.
- Mertens, P. (1993). Intonational grouping, boundaries and syntactic structure in French. In: D. House, & P. Touati (Eds.), *Proceedings ESCA workshop on prosody* (pp. 155–159). Lund.
- Meynadier, Y. (2003) Interaction entre prosodie et (co)articulation linguopalatale en français. Université de Provence: PhD dissertation.
- Michelas, A. (2011). Caractérisation phonétique et phonologique du syntagme intermédiaire en français: De la production à la perception. Ph.D. Dissertation. Aix-Marseille Université .
- Michelas, A., D'Imperio, M. (2010). Accentual phrase boundaries and lexical access in French. *Proceedings of the Vth speech prosody conference* (pp. 100882:1–4). Chicago.
- Michelas, A., D'Imperio, M. (2012). Specific contribution of tonal and duration cues to the syntactic parsing of French. *Proceedings of the VIth speech prosody conference* (Vol. 1, pp. 147–150). Shanghai.

- Milner, J.-C. (1989). Introduction à une science du langage. Paris : Editions du Seuil.
- Morin, Y.-C. (1978). The status of mute e, *Studies in French linguistics* 1 (2): 79-140.
- Murdoch, B.E. (ed.) (1998). Dysarthria: A Physiological Approach to Assessment and Treatment (Cheltenham: Stanley Thornes, Ltd). ISBN 0-7487-3311-6
- Nespor, M., & Vogel, I. (1986). Prosodic Phonology. Dordrecht : Foris Publication
- Ohala, J. (1990). The phonetics and phonology of aspects of assimilation. In J. Kingston and M. Beckman (eds.), *Papers in Laboratory Phonology 1: Between the Grammar and the Physics of Speech*, 258-275. Cambridge: CUP.
- Onaka, A. (2003). Domain-initial strengthening in Japanese: An acoustic and articulatory study. In *Proceedings of the 15th international congress of phonetic sciences*. (pp. 2091–2094). Barcelona, Spain.
- Padeloup, V. (1990). Modèle de règles rythmiques du français appliqué à la synthèse de la parole. Ph.D. Dissertation. Université de Provence.
- Passy (1895), Les sons du français. Paris: Didier.
- Pierrehumbert J., Beckman M. (1988), Japanese Tone Structure, Cambridge (MA), MIT Press.
- Pierrehumbert, J. (1980). The phonetics and phonology of English intonation. Ph.D. Dissertation. Massachusetts Institute of Technologies.
- Pierrehumbert, J. & Talkin, D. (1992). Lenition of /h/ and glottal stop. In G. Docherty and D. R. Ladd (eds.) *Papers in Lab. Phon. II: Gesture, Segment, Prosody*, 90-117. Cambridge: C.U.P.
- Post, B. (1993) A Phonological Analysis of French Intonation, MA thesis, U. Nijmegen.
- Post, B. (2000) Pitch accents, Liaison and the Phonological Phrase in French. *Probus* 12, 127-164.
- Rialland A. (1986) Schwa et syllabes en français. In *Studies in Compensatory Lengthening*, L. Wetzels and E. Sezer (Eds.). Dordrecht: Foris.
- Ridouane, R. (2003). Suites de consonnes en berbère : phonétique et phonologie. Thèse de Doctorat . Sorbonne Nouvelle-Paris 3.
- Rossi, M. (1985). L'intonation et l'organisation de l'énoncé. *Phonetica*, 44, 135–153.
- Rossi, M. (1999). L'intonation, le système du français: Description et modélisation. Paris: Orphys.
- Rousselot, P.J. (1901). Principes de phonétique expérimentale. Paris: Welter.
- Sapir, S., Ramig, L., Spielman, J., Fox, J. (2010) Formant Centralization Ratio (FCR): A proposal for a new acoustic measure of dysarthric speech. *JSLHR* 53(1): 114.
- Scarborough, R. & Jun S-A, Accentual Phrase and the domain of liaison in French. *Proceedings of 15th ICPhS*, Barcelona, 2003.
- Selkirk, E. (1984) : Phonology and Syntax. The Relation Between Sound and Structure. Cambridge, MA : MIT Press.
- Selkirk, E. (1986) On derived domains in sentence phonology. *Phonology Yearbook*, 3:371-405.
- Selkirk, E. (1986). On derived Domains in Sentence Phonology. *Phonology* 3, 371-405.
- Shattuck-Huffnagel, S. & Turk, A.E. (1996). A prosody tutorial for investigators of auditory sentence processing. *J. of Psycholinguistic Research*, 25 (2), 193-247.
- Solé, M.J. 2007. Controlled and mechanical properties in speech: a review of the literature. In Solé, M.J, Beddor, P. & M. Ohala (eds.). Experimental Approaches to Phonology. Oxford: Oxford University Press, 302-321
- Spinelli E., McQueen J., Cutler A. (2003) Processing Resyllabified Words in French. *Journal of Memory and Language* 48: 233-254.
- Spinelli, E., Nicolas, G., Meunier, F., & Welby, P. (2010). An intonational cue to word segmentation in phonemically identical sequences. *Attention, Perception and Psychophysics*, 72(3), 775–787.
- Spinelli, E., Welby, P., & Schaegis, A. L. (2007). Fine-grained access to targets and competitors in phonemically identical spoken sequences: The case of French elision. *Language and Cognitive Processes*, 22, 828–859.
- Steriade, D. (1982). Greek prosodies and the nature of syllabification. Doctoral Dissertation. MIT.
- Straka, G. (1964). L'évolution phonétique du latin au français sous l'effet de l'énergie et de la faiblesse articuloires. *Travaux de Ling. et de Littérature, U. de Strasbourg*, 2, 17-98.
- Tabain, M. (2003a). Effects of prosodic boundary on /aC/ sequences: articulatory results. *Journal of the Acoustical Society of America* 113, 2834-2849.
- Tabain, M. (2003b). Effects of prosodic boundary on /aC/ sequences: acoustic results. *Journal of the Acoustical Society of America* 113, 516-531.
- Tranel, B. (1987) “French schwa and nonlinear phonology”, *Linguistics* 25, 5 (291): 845-866.
- Trask, R.L. (1996). A dictionary of phonetics and phonology. London:Routledge.
- Turner, G. Tjaden, K. (2000). Acoustic differences between content and function words in Amyotrophic Lateral Sclerosis. *JSLHR* 43 (3), 796-815.
- Turner, G., Tjaden, K., Weismer, G. (1995). The influence of speaking rate on vowel space and speech intelligibility for individuals with amyotrophic lateral sclerosis. *JSHR*. 38, 1001–1013

- Vaissière, J. (1988). Prediction of velum movement from phonological specifications. *Phonetica*, **45**, 122-139.
- van Lieshout, P., Starweaker C. W., Hulstijn W., & Peters H.F.M. (1995). Effects of linguistic correlates of stuttering on Emg activities in nonstuttering speakers. *JSHR*, **38**, 360-372.
- Vaux, B. (2006). The syllable appendix. In E. Raimy & C. Cairns (Eds.) *Contemporary Views on Architecture and Representations in Phonological Theory*. Cambridge: MIT Press..
- Walker, D. (1996) The new stability of unstable e- in French. *Journal of French and Language Studies*, 6: 211-229.
- Weismer, G. (1984) "Articulatory characteristics of Parkinsonian dysarthria: Segmental and phrase-level timing, spirantization, and glottal-supraglottal coordination", in M.R. Mc Neil, J.C. Rosenbek & A.E. Aronson (Eds), The dysarthrias: Physiology, acoustics, perception, management. San Diego: College-Hill Press, 101-130.
- Weismer, G., Jeng, J. Y., Lares, J. S., Kent, R. D., & Kent, J. F. (2001). Acoustic and intelligibility characteristics of sentence production in neurogenic speech disorders. *Folia Phoniatrica & Log*, 53(1), 1-18.
- Welby, P. (2006). French intonational structure: Evidence from tonal alignment. *Journal of Phonetics*, 34(3), 343-371.
- Wightman, C. W., Shattuck-Hufnagel, S., Ostendorf, M., Price, P.J. (1992). Segmental durations in the vicinity of prosodic phrase boundaries. *Journal of the Acoustical Society of America*, **91** (3), 1707-1717.
- Ziegler, W., & von Cramon, D. (1986). Spastic dysarthria after acquired brain injury: An acoustic study. *British Journal of Disorders of Communication*, 21,173-187.
- Ziegler W. & von Cramon D. (1983) Vowel Distortion in Traumatic Dysarthria: A Formant Study. *Phonetica*;40:63-78

ANNEXES

Nom, Prénom : **FOUGERON, Cécile**

Née le : **6 Décembre 1970, aux Lilas (93), France**

Adresse personnelle : 1 rue du Cdt Jean Duhail, 94120 Fontenay sous Bois, France
tel : **(33) 06-17-74-71-65**

Adresse professionnelle : **Laboratoire de Phonétique et Phonologie,
UMR 7018 CNRS/U. Paris 3-Sorbonne Nouvelle
19 rue des Bernardins, 75005 Paris, France**

tel : **(33) 01-43-26-57-17** fax : **(33) 01-44-32-05-73**

email : cecile.Fougeron@univ-paris3.fr

A. PARCOURS ACADEMIQUE

Depuis 2006 – Chargée de Recherche 1^{ère} classe, CNRS, au Laboratoire de Phonétique et Phonologie (UMR7018), Paris.

2002 (janv) – Chargée de Recherche 2^{ème} classe, CNRS, au Laboratoire de Phonétique et Phonologie (UMR7018), Paris.

1998-2002 – Post Doctorat au Laboratoire de Psycholinguistique Expérimentale, Université de Genève, resp. Uli Frauenfelder. Financée par une bourse du Fond National de Recherche Suisse.

1998 (juin) – Doctorat de Phonétique, Paris III - Sorbonne Nouvelle, sous la direction de J. Vaissière: "Variations articulatoires en début de constituants prosodiques de différents niveaux en français", 319 pp.

1993 (sept.) – D.E.A. de Phonétique (mention très bien), Paris III - Sorbonne Nouvelle : "La coarticulation labiale entre les voyelle [i] et [y] en français", 150 pp.

1992 (sept.) – Maîtrise de Phonétique (mention très bien), Paris III - Sorbonne Nouvelle : "La durée, un indice acoustique de l'accent en grec moderne", 110 pp.

1991 (juin) – Licence Sciences du Langage, Paris X - Nanterre.

(sept.) – Licence d'Ethnologie, Paris X - Nanterre.

1990 (juin) – D.E.U.G. Communication et Sciences du Langage, Paris X - Nanterre.

1988 – Baccalauréat série B, Lycée Corneille - 78170 La Celle St Cloud.

B. FINANCEMENTS, BOURSES, ET DISTINCTIONS :

2005 : Médaille de Bronze du CNRS, section 34

2012 (01-11-2012 au 31-10-2015) : Resp. pour le LPP du projet « TYPALOC : Variations normales et anormales de la parole: TYPologie, Adaptation, LOCalisation » (PI : C. Meunier, LPL), financé par l'ANR-12-BSHS2-0003 du programme BlanSHS2 (budget LPP : 78000^E, budget total 230K^E), en partenariat avec le Laboratoire Parole et Langage (Aix en Provence) et le Laboratoire d'Informatique d'Avignon.

2009 (01-01-2009 au 31-06-2012) : Resp. du projet « DesPhoAPaDy : Description Phonetico-Acoustique de la Parole Dysarthrique », financé par l'ANR-08-BLAN-0125-01 du programme BlanCSD9 (budget LPP : 85210^E, budget total 250K^E), en partenariat avec le Laboratoire Parole et Langage (Aix en Provence) et le Laboratoire d'Informatique d'Avignon.

2009 (01-01-09 à 01-12-09) : resp. du projet « Développement d'une procédure objective d'évaluation pour le suivi de la dysarthrie dans les maladies de Niemann Pick C et LOTS », financé par l'association Vaincre les Maladies Lysosomales (budget : 26380E), en partenariat avec le Laboratoire d'Informatique d'Avignon et l'Hôpital de la Pitié Salpêtrière (Fédération des maladies du système nerveux).

2009 (01-01-2009 au 31-06-2012) : Partenaire du projet « SLBL : Vowel-less syllables at the interface of phonology, phonetics, and psycholinguistics » financé par l'ANR -08-JCJ0127 (resp. R. Ridouane).

2004 : Resp. pour le Lab. de Phonétique et Phonologie du projet « POPAART : Facteurs physiques et de contrôle moteur dans les propriétés acoustiques et articulatoires de la parole : données physiologiques, expérimentations physiques, simulations et interprétation phonétique », financé par le MAE et le CNRS dans le cadre de l'appel d'offre P2R Allemagne. En collaboration avec P. Perrier (ICP ; resp. principal du projet), D. Sciamarella (LIMSI) et 3 laboratoires allemands (B. Pompino-Marschall, ZAS/Phonetik, Berlin ; P. Hoole, Ludwig-Maximilians-Universität Munich, J. Harrington, Christian-Albrechts-Universität, Kiel)

2003 : collaborateur extérieur du projet de M. Laganaro (PI) «Phonological encoding: Psycholinguistic modelling and aphasia assessment and rehabilitation», financé par le Fond National de Recherche Suisse (FNRS 105312-100741/1)

2002 : ATIP Jeune Chercheur « Des formes sous-jacentes aux variantes de surface : reste-t-il des traces de la structure syllabique et segmentale sous-jacente dans les cas d'enchaînement et de chute de schwa en français ? » (responsable)

1999 : obtention d'un financement d'ELSNET (LE Training Showcase Project 98/03) en collaboration avec F. Cutugno (U. Napoli), pour le développement d'un tutorial informatisé sur les modèles de perception de la parole (Tutorial on Models of Speech Perception).

1997 : "Travel Grant" de l'European Speech Communication Association, pour participer au Workshop ESCA "Intonation", Athènes Grèce, septembre 1997.

1996 : "Student Award" de l'European Speech Communication Association, pour participer au Workshop ESCA "Speech Production and Modeling", Autrans France, mai 1996.

1993-1996 : Allocation de Recherche du Ministère de la Recherche

1993 : Bourse partielle Fullbright

1992-1993 : Bourse sur critères universitaires du Ministère de l'éducation nationale.

C. ANIMATION SCIENTIFIQUE :

C.1. MEMBRE ACTIF D'ASSOCIATIONS SCIENTIFIQUES

- Présidente de *l'Association Francophone de la Communication Parlée* (AFCP) (élue pour mandat 2009-10, 2011-12).
- Vice-présidente de *l'Association Francophone de la Communication Parlée* (AFCP) (élue pour mandat 2005-06 et 2007-08).
- Vice-secrétaire de *l'Association Francophone de la Communication Parlée* (AFCP) (élue pour mandat 2003-2004).
- Membre du Council de *l'International Phonetic Association* (IPA) (élue pour mandat 2003-2006, 2007-2010, 2011-2015).
- Membre du Permanent *Council of the International Congress of Phonetic Sciences* (élue pour mandat 2011-2015).
- Membre (actif 1997-1998) du Thematic Network in Speech Communication Sciences, Phonetics group, du programme SOCRATES/ERASMUS, pour le développement de l'éducation en Sciences de la Communication en Europe.

C.2. ORGANISATION DE COLLOQUES ET DE CONFERENCES :

« Journée de Rencontre sur la Liaison », (org. C. Fougeron & P. Hallé), 16/1/2004, env. 25 participants (linguistes, phonéticiens que psycholinguistes)

« 1ère Journée de Phonétique Clinique », (org. L. Crevier-Buchman & C. Fougeron), 11/3/2005, 125 participants (ORL, phoniâtres, neurologues, orthophonistes, phonéticiens, phonologues ou ingénieurs)

« Corpus ESTER : traitement automatique et exploitation phonétique/linguistique », (org. C. Fougeron, G. Gravier & F. Pellegrino), 12/5/2005, env. 20 participants

« LabPhon10, 10th International Conference on Laboratory Phonology » (org. principale C. Fougeron), 29/6 au 1/7/2006, 11 communications invitées (conférenciers et commentateurs), 18 présentations orales sélectionnées, et 75 communications affichées sélectionnées, 240 participants de 27 pays différents. (75% d'étrangers). (Taux d'acceptation : 45%, 260 soumissions reçues)

« INTERSPEECH 2013 » : Co-chair du comité d'organisation d'Interspeech 2013 (avec Frédéric Bimbot et François Pellegrino). Lyon, 25-29/08/2013. 1400 participants. 4 sessions plénières, 50 sessions orales, 9 sessions spéciales, 30 sessions posters, 3 sessions show & tell, 6 tutoriels, 13 workshops satellites. (Taux d'acceptation : 52%, 1450 soumissions reçues)

C.3. VULGARISATION DE LA RECHERCHE

2003-2006 : Co-auteur du programme multimédia « D'une langue à l'autre » (UMS 1834, CNRS/Musée du Quai Branly/Ministère de la Culture). Responsable de la création du module multimédia interactif intitulé « Les sons des langues du monde » (coll. A. Lucot) dont l'objectif est de faire découvrir au grand public la richesse des inventaires phonétiques des langues du monde par des illustrations sonores, des animations articulatoires et des petits jeux interactifs. Ce module est présenté sur la mezzanine centrale du musée du Quai Branly. Le programme multimédia "D'une langue à l'autre" a été récompensé du "Multimédi'Art d'argent 2006" par l'Avicom (comité international pour l'audiovisuel et les nouvelles technologies de l'image et du son) lors du Festival International de l'Audiovisuel et des Multimédias sur le Patrimoine (FIAMP).

D. ACTIVITES EDITORIALES ET RESPONSABILITES PEDAGOGIQUES

Depuis 2003 : Membre de l'Editorial Board du Journal of the International Phonetic Association (JIPA).

Depuis 2007 : responsable de la formation en phonétique à l'Ecole d'Orthophonie de Paris, en 1^{ère} et 2^{ème} année (programme organisé sur 2*20h de cours magistraux, 2*10h de cours de TD ; dispensées par une équipe de 5 enseignants).

Depuis 2006 : co-responsable (avec R. Ridouane) du séminaire « Recherches en Phonétique et Phonologie », pour master et doctorant à l'ILPGA (LYP07, LZP07 ; 1h30 tous les vendredi, intervenants variés)

Depuis 2007 : responsable du cours d'ouverture à la Phonétique et la Phonologie, M1 Sciences du Langage, Uni-Paris 3 (programme organisé sur 11*1h30 de cours magistraux (L7S03) et 11*1h30 de TD (L7S13) ; dispensées par 4 enseignants)

De 2003 à 2007 j'ai été responsable de PUE « LC1 Parole et forme sonore » du Master de Sciences Cognitives EHESS/ENS/ENS Cachan (regroupant les enseignements suivant : Méthodes Expérimentales en Phonétique et Psycholinguistiques (S. Peperkamp 6h, C. Fougeron 6h), Phonologie (A. Rialland & N. Clements, 12h), Traitement automatique du signal (C. Gendrot, 12h)).

Note : Mes activités d'enseignement et d'encadrement d'étudiants sont détaillées dans le document de synthèse.

ANNEXE II : LISTE DES PUBLICATIONS (AU 01/07/2013)

| | |
|---------------|--|
| INV : | Conférences données à l'invitation du comité d'organisation dans un congrès national ou international. |
| DO : | Directions d'ouvrages ou de revues. |
| ACL : | Articles dans des revues internationales ou nationales avec comité de lecture répertoriées par l'AERES ou dans les bases de données internationales. |
| ACLN : | Articles dans des revues avec comité de lecture non répertoriées par l'AERES ou dans des bases de données internationales. |
| ACTI : | Communications avec actes dans un congrès international. |
| ACTN : | Communications avec actes dans un congrès national. |
| COM : | Communications orales sans actes dans un congrès international ou national. |
| AFF : | Communications affichées dans un congrès international ou national. |

| | |
|-----|--|
| INV | Fougeron C. (2013). Evaluations acoustiques et perceptives de la parole dans la dysarthrie. <i>Journées de recherche "Parole, langage, communication : quelles évaluations pour le sujet communicant confronté à la pathologie ?"</i> . Université de Mons, Belgique, 27-28 février 2013.. |
| INV | Fougeron C. (2012). Quantifying variation in the realization of vowel systems. <i>Laboratory Approaches to Romance Phonology – LARP 6</i> , El Colegio de México, Mexique, 3-5 octobre 2012. |
| INV | Fougeron C. & Georgeton L. (2012). Domain initial strengthening on French vowels: interaction with phonological contrast. <i>Workshop Dynamic Modelling of Articulation and Prosodic Structure</i> . University of Koln, Cologne, 7 mai 2012. |
| INV | Fougeron C. (2010). Etude phonétique de la variation dans la parole : données acoustiques et articulatoires, corpus contrôlé ou non. <i>Atelier Soft skills La méthode expérimentale en Sciences du Langage</i> , Univ. de Neuchatel; CUSO, avril 2004. |
| INV | Fougeron C. (2009). « Parole dysarthrique : analyses acoustiques et perceptives ». <i>Séminaire d'ouverture à la Phonétique Clinique</i> , Programme de la maison interuniversitaire des sciences de l'homme d'Alsace, Université de Strasbourg, 10 décembre 2009. |
| INV | Fougeron C. (2008). « Articulatory arguments for syllabic structure » Conférence plénière au <i>Symposium 30 Aniversari del Laboratori de Fonètica</i> , Université de Barcelone, 3 décembre 2008. |
| INV | Fougeron C. (2007). «Réflexions sur la segmentation lexicale en français et le rôle de la syllabe». <i>Rencontres Jeunes Chercheurs en Parole</i> , Paris, juin 2007. |
| INV | Fougeron C. (2007). «Corpus-based studies of phonological phenomena in French», <i>Linguistic Circle, University of Edinburgh</i> , Edinburgh, mars 2007. |
| INV | Fougeron C. (2006). « Corrélats phonétiques de l'organisation syllabique ». <i>Conférence organisée par l'ED268 : Langage et Langue</i> , Paris, janvier 2006. |
| INV | Fougeron, C. (2004) «La resyllabation dans des cas d'enchaînement en français : que nous disent les données phonétiques?», <i>8èmes journées internationales PFC</i> , Paris, décembre 2004. |
| INV | Fougeron C. (2004) Resyllabification revisited: the case of enchaînement in French. <i>9th</i> |

-
- conference on Laboratory Phonology*, Urbana Champaign, juin 2004.
-
- INV Delais, E. & Fougeron, C. (2004) Les notions de domaine et de constituant en phonétique et en phonologie, *4èmes Journées d'Etudes Linguistiques de Nantes*, Nantes, mai 2004.
-
- INV Fougeron C. (2003). La Phonologie Articulatoire de Browman et Goldstein. *Ecole thématique phonologie/phonétique*, Porquerolles, avril 2003.
-
- DO Cohn A., C. Fougeron & M. Huffman, (2012) *Oxford Handbook of Laboratory Phonology*, Oxford University Press, 896 p. ISBN 0199575037, EAN 9780199575039.
-
- DO Fougeron C., B. Kühnert, M. D'Imperio, & N. Vallée (2010). *Laboratory Phonology 10: Variation, phonetic detail and phonological modeling*, Mouton de Gruyter, 792p. ISBN 978-3-11-022490-0
-
- ACL Georgeton L. & Fougeron C. (accepted). Domain-initial strengthening on French vowels and phonological contrasts: evidence from lip articulation and spectral variation. *Journal of Phonetics*
-
- ACL Acher A., Perrier P., Savariaux C. Fougeron C. (in press) Speech production after glossectomy: methodological aspects. *Clinical Linguistics and Phonetics*
-
- ACL Pernon M., Trocello J.-M., Vaissière J., Cousin C., Chevaillier G., Rémy P., Kidri-Osmani K., Fougeron C., Woimant F. (2013) Le débit de parole du patient wilsonien dysarthrique peut-il être amélioré en condition de double tâche ?" *Revue Neurologique*, 169, 502-509. doi:10.1016/j.neurol.2012.12.003
-
- ACL Adda-Decker M., Delais-Roussarie E., Fougeron C., Gendrot C. & Lamel L. (2012) Etude sur grand corpus de la liaison dans la parole spontanée familière. *Revue Française de Linguistique Appliquée (ISSN 1386-1204)*, vol. XVII , pp. 113-128
-
- ACL Bürki, A., Ernestus, M., Gendrot, C., Fougeron, C., Frauenfelder, U. (2011) What affects the presence versus absence of schwa and its duration : A corpus analysis of French connected speech, *Journal of the Acoustical Society of America*, 130 (6), 3980-3991.
-
- ACL Ridouane R., Fougeron C., (2011) Schwa elements in Tashlhiyt word-initial clusters. *Journal of Laboratory Phonology*, 2 (2), 275-300.
-
- ACL Ridouane, R., Meynadier, Y. & Fougeron, C. (2011). La syllabe : objet théorique et réalité physique, *Faits de langue* 37, 225-246.
-
- ACL Bürki A., Fougeron, C., Gendrot C., Frauenfelder U. (2011) Phonetic reduction versus phonological deletion of French schwa: Some methodological issues, *Journal of Phonetics*, 39 (3), 279-288. doi: 10.1016/j.wocn.2010.07.003
-
- ACL Bürki A., Gendrot C., Gravier G., Linarès G., Fougeron C. (2008). Aligement automatique et analyse phonétique : comparaison de différents systèmes pour l'analyse du schwa, *Revue Traitement Automatique des Langues*, vol. 49 n° 3, pp 165-197.
-
- ACL Fougeron, C. (2007) Word boundaries and contrast neutralization in the case of enchaînement in French. In Cole, J. & Hualde J.I. (eds) *Papers in Laboratory Phonology IX: Change in Phonology*, Berlin: Mouton de Gruyter, pp. 609-642.
-

-
- ACL Keating P., Cho T., Fougeron C., Hsu C.-S. (2004), Domain-initial articulatory strengthening in four languages. In J.K. Local, R. Ogden and R.A.M. Temple (eds.) *Papers in Laboratory Phonology VI: Phonetic interpretation*. Cambridge: CUP. pp. 145-163.
-
- ACL Jun S.A. & Fougeron C. (2002). The Realizations of the Accentual Phrase in French Intonation, *Pobus* 14: 147-172, (special issue on Intonation in the Romance Languages, J. Hualde, ed.).
-
- ACL Fougeron C. (2001) Articulatory properties of initial segments in several prosodic constituents in French. *Journal of Phonetics*, 29(2), 109-135.
-
- ACL Fougeron C. & Jun S.-A. (1998), Rate Effects on French Intonation: Prosodic Organization and Phonetic Realization. *Journal of Phonetics*, 26, 45-69.
-
- ACL Fougeron C. & Keating P. (1997), Articulatory strengthening at edges of prosodic domain. *Journal of the Acoustical Society of America* 106 (6), 3728-3740.
-
- ACL Fougeron C. & Keating P. (1997), Variations in velic and lingual articulation depending on prosodic position: results for 2 French speakers. *European Student Journal of Language and Speech*, vol. 1 (<http://www.essex.ac.uk/web-sls/papers/96-02/96-02.html>)
-
- ACL Fougeron C. & Smith C. L. (1993), Illustration of the IPA: French, *Journal of the International Phonetic Association*, 23, p. 73-76.
-
- ACLN Fougeron, C. & Ridouane, R. (2008). On the phonetic implementation of syllabic consonants and vowel-less syllables in Tashlhiyt. *Estudios de Fonética Experimental*, vol. XVII, p. 139-175.
-
- OS Cohn A., C. Fougeron, & Huffman M. (2012). Introduction. In A. Cohn, C. Fougeron, and M. Huffman (eds.) *The Oxford Handbook of Laboratory Phonology*. Oxford: Oxford University Press ISBN 0199575037, pp. 1-7, 2012.
-
- OS Fougeron, C. (2005) Introduction à la Phonologie Articulatoire, chapitre 10. In Nguyen N.; Wauquier-Gravelines S.; Durand J. (eds.) *Phonologie et phonétique (Traité IC2, série Cognition et Traitement de l'Information)*. Paris: Hermès, pp. 265-290
-
- OS Jun S.-A. & Fougeron C. (2000), A Phonological model of French intonation. In A. Botinis (ed.) *Intonation: Analysis, Modeling and Technology*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers. pp.209-242.
-
- OS Fougeron C. & Smith C. L. (1999), French. In J.H. Esling (ed.) *Handbook of the International Phonetic Association: A guide to the use of the International Phonetic Alphabet*, 78-81, Cambridge University Press.
-
- OS Hazan V., van Dommelen W., Cutugno F., Fougeron C., Frid J., Köster J-P, Machuca M., Mengel A., Turk A., Zboril D. (1997), Chap.1 Phonetics. In *The Landscape of futur education in Speech Communication sciences 1: Analysis*, G. Bloothoof et al. (eds), OTS Publications, Utrecht, pp 8-50
-
- OS van Dommelen W., Hazan V., Aulanko R., Cutugno F., Fougeron C., Köster J-P, Machuca M., Turk A. (1997), Chap.2 Phonetics. In *The Landscape of futur education in Speech Communication sciences 2: Proposals*, G. Bloothoof et al. (eds), OTS Publications, Utrecht, pp. 5-24.
-

| | |
|------|--|
| ACTI | Kocjancic Antolík T., Fougeron C. (2013) Consonant distortions in dysarthria due to Parkinson's disease, Amyotrophic Lateral Sclerosis and Cerebellar Ataxia. <i>Proceedings of Interspeech 2013</i> , Lyon. |
| ACTI | Audibert N. & Fougeron C. (2012) Distorsions de l'espace vocalique : quelles mesures? Application à la dysarthrie. <i>Actes des 29èmes Journées d'Etudes sur la Parole/JEP-TALN-RECITAL 2012</i> , pp. 217-224 |
| ACTI | Adda-Decker M., Delais-Roussarie E., Fougeron C., Gendrot C. & Lamel L. (2012) La liaison dans la parole spontanée familière: explorations semi-automatiques de grands corpus. <i>Actes des 29èmes Journées d'Etudes sur la Parole/JEP-TALN-RECITAL 2012</i> , pp. 545-552. |
| ACTI | Fougeron C., N. Audibert, (2011) Testing Various Metrics for the Description of Vowel Distortion in Dysarthria, <i>International Congress of Phonetic Sciences (ICPHs'11)</i> , Hong Kong, 17-21 Août 2011, pp. 687-690. |
| ACTI | Georgeton L., N. Audibert, C. Fougeron (2011) Rounding and Height Contrasts at the Beginning of Different Prosodic Constituents in French, <i>International Congress of Phonetic Sciences (ICPHs'11)</i> , Hong Kong, 17-21 Août 2011, pp. 739-742. |
| ACTI | Grice M., Röttger T. B., Ridouane R., Fougeron C. (2011) The Association of Tones in Tashlhiyt Berber, <i>International Congress of Phonetic Sciences (ICPHs'11)</i> , Hong Kong, 17-21 Août 2011, pp. 775-778. |
| ACTI | Fougeron C., L. Crevier-Buchman, C. Fredouille, A. Ghio, C. Meunier, C. Chevrier-Muller, N. Audibert, J.F. Bonastre, A. Simon, C. Delooze, D. Duez, C. Gendrot, T. Legou, N. Lévêque, C. Pillot, S. Pinto, G. Pouchoulin, D. Robert, J. Vaissiere, F. Viallet, C. Vincent (2010), Developing an acoustiphonetic characterization of dysarthric speech in French, <i>7th international conference on Language Resources and Evaluation (LREC'10)</i> , Mai 2010, Malte, p. 2831-2838. |
| ACTI | Audibert N., C. Fougeron, C. Fredouille, C. Meunier, O. Panseri (2010), Evaluation d'un alignement automatique sur la parole dysarthrique, <i>Actes des 28e Journées d'Etudes sur la Parole, JEP'10</i> , Mons, Belgique, Mai 2010, pp. 353-356. |
| ACTI | Fougeron C., N. Audibert, C. Fredouille, C. Meunier, C. Gendrot, O. Panseri, (2010), Comparaison d'analyses phonétiques de parole dysarthrique basées sur un alignement manuel et un alignement automatique, <i>Actes des 28e Journées d'Etudes sur la Parole, JEP'10</i> , Mons, Belgique, Mai 2010, pp. 365-368. |
| ACTI | Ghio A., G. Pouchoulin, L. Crevier, C. Fougeron, C. Fredouille, A. Giovanni, D. Robert, B. Teston, F. Viallet, C. Vincent (2010), Expériences et recommandations pour la structuration des données sonores, physiologiques et cliniques dans le cas des dysfonctionnements de la parole, <i>Actes des 28e Journées d'Etudes sur la Parole, JEP'10</i> , Mons, Belgique, Mai 2010, pp. 57-60. |
| ACTI | Bürki A., Fougeron C., Veaux C., Frauenfelder U.H. (2009) How similar are clusters resulting from schwa deletion in French to identical underlying clusters? <i>Proceedings of the 10th Annual Conference of the International Speech Communication Association (Interspeech 2009)</i> , Brighton, pp: 2271-2274. ISSN 1990-9772. |
| ACTI | Fougeron, C. & Ridouane, R. (2008). On the nature of schwa-like vocalic elements |

-
- within some Berber clusters. In *Proceedings of the eighth International Seminar on Speech Production (ISSP'08)*, Strasbourg, France, pp. 437-440.
-
- ACTI Bürki, A., Racine, I. Andreassen, H., Fougeron, C. & Frauenfelder, U. (2008). Timbre du schwa en français et variation régionale: une étude comparative. *Actes des 27èmes Journées d'études sur la parole*, juin 2008, Avignon, pp. 293-296.
-
- ACTI Fougeron, C.; Gendrot, C. & Bürki, A. (2007) On the acoustic characteristics of French schwa. *Proceedings of the 16th International Congress of Phonetic Sciences*, Saarbrücken (Germany), August 2007, pp. 941-944.
-
- ACTI Bürki, A., Fougeron, C. & Gendrot, C. (2007) On the Categorical Nature of the Process Involved in Schwa Elision in French. *Proceedings of Interspeech 2007*, Antwerp (Belgium), August 2007, pp. 1026-1029.
-
- ACTI Bagou O., Dufour S., Fougeron C, Content A., Frauenfelder U.H. (2007) Do different boundary types induce subtle acoustic cues to which French listeners should be sensitive to? *Proceedings of Interspeech 2007*, Antwerp (Belgium), August 2007, pp 394-397.
-
- ACTI Ridouane, R. & Fougeron C. (2006). L'organisation syllabique : quelle évidence phonétique ? *Actes des 26e Journées d'Etudes sur la Parole*. Dinard, France. Juin 2006. pp.125-128
-
- ACTI Fougeron, C. & Delais, E. (2004) Liaisons et enchaînements : « Fais_en à Fez_en parlant ». *Actes des des 25èmes Journées d'Etudes sur la Parole 2004*. Fès, Maroc. Avril 2004. pp.221-224.
-
- ACTI Content, A.; Bagou, O.; Frauenfelder, U.; Fougeron, C. (2004) Indices de frontières lexicales avec des pseudo-mots : une étude préliminaire. *Actes des 25èmes Journées d'Etudes sur la Parole 2004*. Fès, Maroc. Avril 2004
-
- ACTI Fougeron, C., Bagou, O., Content, A., Stefanuto, M.& Frauenfelder, U. H (2003) Looking for acoustic cues of resyllabification in French. *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences*. pp. 2257-2260.
-
- ACTI Fougeron, C., Bagou, O., Stefanuto, M. & Frauenfelder, U. H. (2002). A la recherche d'indices de frontière lexicale dans la resyllabation. *Actes des XXIVes Journée d'Etude sur la Parole*, Nancy, France, pp 125-128.
-
- ACTI Bagou, O., Fougeron, C. & Frauenfelder, U. H. (2002). Contribution of Prosody to the Segmentation and Storage of "Words" in the Acquisition of a New Mini-Language. *Proceedings of the Speech Prosody 2002 conference*, pp.59-62, Aix-en-Provence:, April 2002.
-
- ACTI Fougeron C., Goldman J.-P., Frauenfelder, U. (2001). Liaison and schwa deletion in French : an effect of lexical frequency and competition ?. *Eurospeech 2001*, Aalborg, Danemark.
-
- ACTI Fougeron C., Meynadier, Y. & Demolin D. (2000). 62 vs. 96 electrodes : a comparative analysis of Reading and Kay Elemetrics EPG pseudo-palates. *Proceedings of the 5th Speech Production Workshop : Models and Data*. Kloster Seon, Germany.
-
- ACTI Fougeron C., (1999). Articulation of prosodic phrasing in French. *Proceedings of the 14th International Congress of Phonetic Sciences*, 675-678. San-Francisco, USA.
-
- ACTI Meynadier Y., Fougeron C., Meunier C. (1999). Processing of word initial vowels in French: a production-perception perspective. *Proceedings of the 14th International Congress of*
-

| | |
|------|---|
| | <i>Phonetic Sciences</i> , 1083-1086. San-Francisco, USA. |
| ACTI | Fougeron C. (1998), Articulation consonantique en début de constituants prosodiques de différents niveaux. <i>Actes des XXIIes Journée d'Etude sur la Parole</i> , 291-294. Martigny, Suisse. |
| ACTI | Fougeron C. & Steriade D. (1997), Does deletion of French schwa lead to neutralization of lexical distinctions?. <i>Proceedings of Eurospeech97</i> , 2, 943-946. Rhodes, Greece. |
| ACTI | Fougeron C. (1996), Variation de débit nasal en fonction de la position prosodique de [n] et [A] en français. <i>Actes des XXIes Journée d'Etude sur la Parole</i> , 215-218. Juin 10-14, Avignon, France. |
| ACTI | Fougeron C. & Keating P. (1996), The influence of prosodic position on velic and lingual articulation in French: Evidence from EPG and airflow data. <i>Proceedings of the ESCA Workshop on Speech Production and Modeling</i> , 93-96. May 21-24, Autrans. |
| ACTI | Fougeron C. & Jun S.-A. (1995), Properties of French Intonation at Fast Speech Rate, <i>Proceedings of the 13th International Congress of Phonetic Sciences</i> , vol. 3, p. 488-491. |
| ACTI | Jun S.-A. & Fougeron C. (1995), The Accentual Phrase and the Prosodic Structure of French, <i>Proceedings of the 13th International Congress of Phonetic Sciences</i> , vol. 2, 722-725. |
| ACTN | Vincent C., Amelot A., Crevier-Buchman L., Fougeron C., Honda K., Lo Bue G., Maeda S., Vaissière J., (2010). PEP2, la plateforme d'étude physiologique de la parole du Laboratoire de Phonétique et Phonologie : Présentation et retour d'expérience. <i>Actes du 5e colloque interdisciplinaire en instrumentation - C2i 2010</i> , Hermès, Paris. |
| ACTN | Fougeron, C., Gendrot, C. & Bürki, A. (2007). Le schwa : une voyelle comme les autres ?, <i>Actes des 5èmes Journées d'Etudes Linguistiques</i> , Juin 2007, Nantes, pp. 191-198. |
| ACTN | Bürki, A. ; Fougeron, C; Gendrot, C. & Frauenfelder, U. (2007). Chute du schwa en français: un processus sans ambiguïté ?, <i>Actes des 5èmes Journées d'Etudes Linguistiques</i> , Juin 2007, Nantes, pp. 83-88 |
| ACTN | Delais, E. & Fougeron, C. (2004) Les notions de domaine et de constituant en phonétique et en phonologie. <i>Actes des 4èmes Journées d'Etudes Linguistique de Nantes</i> , pp. 189-196 |
| ACTN | Meynadier, Y. & Fougeron, C. (2004). Domaines prosodiques et variations articulatoires segmentales en français. <i>Actes des 4èmes Journées d'Etudes Linguistique de Nantes</i> , pp. 199-204 |
| ACTN | Fougeron C., Goldman J.P., Dart A., Guélat L. & Jeager C. (2001). Influence de facteurs stylistiques, syntaxiques et lexicaux sur la réalisation de la liaison en français. <i>8^{ème} Conférence Traitement Automatique des Langues Naturelles</i> , Tours, France. |
| ACTN | Fougeron C. & Steriade D. (1999). Au delà de la syllabe: le rôle des informations articulatoires stockées dans le lexique pour l'analyse de la chute de schwa. <i>Journée d'Etudes Linguistiques</i> , 122-127, Nantes, France. |
| COM | Gendrot C., Fougeron C., Audibert N. Crevier-Buchman L. (2012) F2 formant transitions in French. <i>14th Meeting of the International Clinical Phonetics and Linguistics Association (ICPLA 2012)</i> . Cork, juin 2012. |

| | |
|-----|--|
| COM | Fougeron C. & Audibert N. (2012) Acoustic analysis of vowel distortions in three types of dysarthrias. <i>14th Meeting of the International Clinical Phonetics and Linguistics Association (ICPLA 2012)</i> . Cork, juin 2012. |
| COM | Acher A., Savariaux C., Perrier P., Fougeron C. (2011) Caractérisation acoustique et articulatoire (avec échographie en 2D) de la parole de deux patients hémiglossectomisés. <i>Quatrièmes Journées de Phonétique Clinique</i> , Strasbourg, 19-21 mai 2011. |
| COM | Audibert N., C. Fougeron (2011) Caractérisation acoustique vs. perceptive de la parole dysarthrique, <i>Quatrièmes Journées de Phonétique Clinique</i> , Strasbourg, 19-21 mai 2011. |
| COM | Blind C., C. Fougeron, N. Lévêque (2011) Etude multiparamétrique de la dysarthrie dans la sclérose latérale amyotrophique: vers une compensation mandibulaire ?, <i>Quatrièmes Journées de Phonétique Clinique</i> , Strasbourg, 19-21 mai 2011. |
| COM | Fougeron C., I. Jousseau, N. Audibert, N. Lévêque, (2011) Comparaison de différentes métriques pour décrire l'altération des voyelles dans la parole dysarthrique, <i>Quatrièmes Journées de Phonétique Clinique</i> , Strasbourg, 19-21 mai 2011. |
| COM | Ridouane R., Fougeron C. (2011) Tashlhiyt vs. the world: the case of syllables without vowels. <i>Old World Conference in Phonology 8 (OCP8)</i> . Marrakesh, janvier 2011. |
| COM | Ridouane, R. & Fougeron, C. (2010) Acoustics without articulation: A case study of Tashlhiyt schwa-like elements. <i>LabPhon 12</i> . Albuquerque, New Mexico, juillet 2010. |
| COM | Crevier-Buchman L. , C. Fougeron, C. Fredouille, A. Ghio, C. Meunier, C. Delooze, D. Duez, C. Gendrot, T. Legou, N. Levèque, N. Audibert, A. Colazo Simon, C. Pillot-Loiseau, S. Pinto, G. Pouchoulin, D. Robert, F. Viallet, C. Vincent, B. Teston, C. Chevie-Muller (2010), A new approach for an acoustiphonetic description of dysarthria, <i>2nd International Symposium Basal Ganglia Speech Disorders Deep & Brain Stimulation</i> , 29 juin-1er juillet 2010, Aix en Provence. |
| COM | Fougeron C., C. Gendrot, O. Panseri, L. Crevier-Buchman, F. Sedel, N. Lévêque (2010), On the complementarities of different techniques for the assessment of severity and evolution of dysarthria associated with lysosomal storage diseases, <i>13th Meeting of the International Clinical Phonetics and Linguistics Association (ICPLA)</i> , Oslo, Norway, 23–26 Juin 2010 |
| COM | Fougeron C., Fredouille C., Ghio A., Crevier-Buchman L., Meunier C. Bonastre J.F., Duez D., Gendrot C., Legou T., Levèque N., Pillot C., Pinto S., Pouchoulin G., Robert D., Vaissiere J., Viallet F., Vincent C., Clément P., Nuremberg A., Panseri O. (2009), Description phonético-acoustique de la parole dysarthrique : le projet DesPho-APaDy, <i>3ème Journée de Phonétique Clinique</i> , Aix en Provence, 4-5 dec. 2009. |
| COM | Fougeron C., Crevier-Buchman L., Sedel F., Nurenberg A., Panseri O., Levèque N., (2009) Evaluation perceptive longitudinale de la dysarthrie dans des maladies lysosomales avant et après traitement, <i>3ème Journée de Phonétique Clinique</i> , Aix en Provence, 4-5 dec. 2009. |
| COM | Chappat E., Maignan A., Fougeron C., Lévêque, N. (2009) Etude longitudinale de la dysarthrie de huit patients atteints de Sclérose Latérale Amyotrophique, <i>3ème Journée de Phonétique Clinique</i> , Aix en Provence, 4-5 dec. 2009. |

| | |
|-----|---|
| COM | Pernon M., Trocello JM., Vaissière J., de Tassigny A., Fougeron C., Woimant F. (2009) Débit de parole dans les dysarthries de la maladie de Wilson : Etude de l'influence des troubles attentionnels en condition de double tâche. <i>3ème Journée de Phonétique Clinique</i> , Aix en Provence, 4-5 dec. 2009. |
| COM | Acher A., Fougeron C., Crevier-Buchman L., Mirghani H., Vaissière J. (2009) Etude perceptive et articulatoire de la parole à partir de données échographiques en 2D : étude de la parole de deux patients hémiglossectomisés. <i>3ème Journée de Phonétique Clinique</i> , Aix en Provence, 4-5 dec. 2009. |
| COM | Fougeron C., Bürki A., Gendrot C. & Ulrich Frauenfelder (2008) 'Schwa-zero alternation in French: nature of the vowel, nature of the process'. <i>First Nijmegen Speech Reduction Workshop</i> , Nijmegen, Netherland, June 15-17. |
| COM | Ridouane, R. & Fougeron, C. (2008). 'Schwas within Berber consonantal clusters: between reality and illusion'. <i>Workshop Consonant Clusters and Structural Complexity</i> , Munich, (2 août 2008). [halshs-00384902 □ version 1] |
| COM | Acher A. & C. Fougeron (2007) La parole après glossectomie partielle : confrontation de données praxiques, perceptives, acoustiques et d'intelligibilité chez des patients avec exérèse de bord libre et/ou d'apex. <i>2èmes Journées de Phonétique Clinique</i> , Grenoble, 13-14 décembre 2007. |
| COM | Lévêque N & C. Fougeron (2007) Etude prosodique du ralentissement de la parole dans les maladies du motoneurone : le cas de la sclérose Latérale Primitive (SLP). <i>2èmes Journées de Phonétique Clinique</i> , 13-14 décembre 2007, Grenoble. |
| COM | Bürki A., Racine I., Andreassen H.N. & Fougeron C. (2007). Le timbre du schwa en syllabe interne de mot: une étude comparative. <i>Journées P.F.C. (Phonologie du Français Contemporain)</i> , Paris, 6-8 décembre 2007. |
| COM | Ridouane R. & Fougeron C. (2005) Corrélats articulatoires des consonnes syllabiques en berbère <i>7èmes Journées internationales du Réseau Français de Phonologie</i> , Aix en Provence, juin 2005. |
| COM | Fougeron C. & Ridouane R. (2005) Looking for phonetic cues to obstruent syllabic consonants in Berber, 2nd conference <i>Phonetic and Phonology in Iberia</i> , Barcelona, Spain, June 2005. |
| COM | Fougeron, C. (1999) Aspects phonétiques de la position forte : renforcement articulatoire et coordination temporelle. <i>Colloque Inaugural du GDR 1954 Phonologie</i> , Nice, 24-25 juin 1999. |
| COM | Fougeron, C., Frauenfelder, U. & Content, A. (1999) Is there an acrobate in nacrobate: how to juggle with boundary misalignment? <i>ES COP Conference</i> , Ghent, Belgique. |
| AFF | Acher A., Savariaux C., Perrier P., Fougeron C. (2012) « Speech production after glossectomy: Methodological aspects », <i>14th Meeting of the International Clinical Phonetics and Linguistics Association (ICPLA 2012)</i> . Cork, juin 2012. |

-
- AFF Pouchoulin G., C. Fredouille, C. Fougeron, A. Ghio, N. Lévêque, C. Meunier, O. Panseri, (2011) "Analyse par bandes de fréquences pour la détection des zones de «déviance» dans la parole dysarthrique", *Quatrièmes Journées de Phonétique Clinique*, Strasbourg, 19-21 mai 2011.
-
- AFF Pouchoulin G., A. Ghio, L. Crevier, C. Fougeron, C. Fredouille, S. Pinto, A. Giovanni, D. Robert, A. Simon, B. Teston, F. Viallet, (2011) "Préconisations pour la conservation et l'exploitation de données collectées pour l'étude des troubles de la voix et de la parole", *Quatrièmes Journées de Phonétique Clinique*, Strasbourg, 19-21 mai 2011.
-
- AFF Fougeron C., Georgeton L., Amelot A., Vincent C. (2010) Vowel articulation in absolute initial position of different prosodic constituents in French *LabPhon 12*. Albuquerque, New Mexico, juillet 2010.
-
- AFF Fredouille C., C. Fougeron, O. Panseri, N. Lévêque (2010), Automatic speech processing for the detection of abnormal speech zones in dysarthric speech, *13th Meeting of the International Clinical Phonetics and Linguistics Association (ICPLA)*, Oslo, Norway, 23–26 Juin 2010
-
- AFF Georgeton L., Fougeron C., Amelot A., Vincent C. (2010) Labial articulation of rounded and unrounded vowels at the beginning of different prosodic constituents in French. *Workshop GLOW*, Pologne 2010.
-
- AFF Bürki A., Ernestus M., Gendrot C., Frauenfelder U., Fougeron C. (2008). Factors influencing schwa deletion and duration: a corpus-based study. *Acoustics'08 (Journal of the Acoustical Society of America 123(5), 3889)*, France.
-
- AFF Ridouane R. & Fougeron C. (2007) Excrescent-, epenthetic vs. phonemic schwas: acoustic correlates of three different cognitive realities. *German-French-Summerschool "Cognitive and physical models of speech production, perception and perception-production interaction. Part II* : Brain and Speech"* September 16th-21th, 2007, Autrans, France.
-
- AFF Fougeron, C Gendrot, C. & Bürki, A. (2007). La caducité du schwa français se manifeste-elle dans la nature phonétique de cette voyelle ?, *Journées des Sciences du Langage*, Charleroi, Belgique.
-
- AFF Gatignol P., A. Cortadellas, S. Grandi, C. Fougeron, F. Tankéré, D. Cléro, C.Lobryau, J.Soudant, J.C. Willer, G.Lamas (2005) La rééducation de la langue dans l'anastomose hypoglosso-faciale, *112ème Congrès de la Société Française d'ORL*, 9-10 oct 2005, Paris, France.
-
- AFF Fougeron C. (2004) Prosodically-conditioned articulatory strengthening: linguistic function, physiological mechanism and control. *German-French-Summerschool on « Cognitive and physical models of speech production, perception and the production-perception interaction »*, September 2004, Lubmin, Germany.
-
- AFF Laganaro, M. & Fougeron C. (2004) Monitoring segmental and suprasegmental information at phonological encoding level. *International Congress on the Mental Lexicon*, June 2004, Windsor, Ontario, Canada.
-
- AFF Fougeron, C., Frauenfelder, U.H., & Content, A. (2000). Coping with word and syllable
-

| | |
|-----|---|
| | boundaries misalignment in French. <i>International Congress on the Mental Lexicon</i> . Montréal, Canada. |
| AFF | Fougeron, C., Frauenfelder, U. & Content, A. (1999) Y-a-t'il un acrobate dans "l'acrobate" ou comment jongler avec un non-alignement de frontières?. <i>Réunion Rhône-Alpine "langage / lexique"</i> , Lyon, 6 novembre, 1999. |
| AFF | Jun S.-A. & Fougeron C. (1997), A Phonological model of French intonation. <i>ESCA Workshop on Intonation</i> , Athenes, September 97. |
| AFF | Fougeron C. (1996), Velic and lingual articulations are affected by prosodic position for consonants but not vowels in French. <i>132th meeting of ASA-(Journal of the Acoustical Society of America</i> , 100 (4 pt.2), 2690), Hawaii. |
| AFF | Fougeron C. (1996), Articulation of French nasal segments depending on their prosodic position, <i>Proceedings of the Linguistic Society of America</i> , p.23, January 1996, San Diego. |
| AFF | Steriade D. & Fougeron C. (1996), Articulatory characteristics of French consonants are maintained after loss of schwa. <i>132th meeting of ASA-(Journal of the Acoustical Society of America</i> , 100 (4 pt.2), 2690), Hawaii. |
| AFF | Fougeron C. & Keating P.A. (1995), Demarcating prosodic groups with articulation, <i>129th meeting of ASA (Journal of the Acoustical Society of America</i> , 97 (5 pt2), p. 3384), Washington |
| AFF | Fougeron C. (1994), Limitation on labial anticipation in [i] in a language with an [i]-[y] contrast, <i>128th meeting of ASA (Journal of the Acoustical Society of America</i> , 96 (5 pt2), p. 3282), Austin Texas. |

ANNEXE III : RAPPORT DE THESE ET DIPLOME DE THESE

Rapport de soutenance

Variations articulatoires en début de constituants prosodiques de différents niveaux en français

Cécile Fougeron
Université de la Sorbonne Nouvelle
Thèse de doctorat en Phonétique
(arrêté du 30 Mars 1992)
30 juin 1998

La séance débute à 14 h. Madame le Professeur Patricia Keating, de UCLA, accepte la présidence de la séance. Elle invite la candidate à prendre la parole.

La candidate présente ses travaux pendant 30 minutes. La présidence la remercie de cette présentation très claire et donne la parole aux deux rapporteurs.

Monsieur **Alain Marchal**, rapporteur, prend alors la parole vers 14h30.

Madame Cécile Fougeron examine dans sa thèse la question de l'influence de l'organisation prosodique sur l'articulation de la parole. Son étude porte en particulier sur les variations articulatoires en début de constituants prosodiques de différents niveaux.

Sur la forme, ce travail ne souffre pas de critique. L'exposé est clair, didactique, rédigé dans une langue correcte et dans un style agréable à lire. De nombreuses répétitions permettent au lecteur de ne jamais perdre le fil de l'argumentation. Sur le fond, il est incontestable que ce travail constitue une contribution majeure à la connaissance des interactions entre articulation et prosodie. Madame Fougeron témoigne dans cette thèse de ses qualités de chercheur. Elle démontre une excellente maîtrise du sujet : le contexte théorique est bien exposé ; les questions clairement énoncées ; les techniques d'investigation articulatoire bien maîtrisées ; les résultats analysés avec rigueur et toujours interprétés de manière critique.

Ce travail satisfait à tous les critères de qualité exigés d'une thèse de doctorat et sur le plan théorique, il apporte une contribution significative à la réflexion sur les relations entre prosodie et articulation et à leur modélisation. Ce travail mérite la mention très honorable et je suis favorable à l'octroi des félicitations du jury.

Monsieur le Professeur **Jean-Marie Hombert** prend la parole à 15 h.

Après avoir fait quelques remarques sur la forme (coquilles, introduction et conclusion à développer), Monsieur Hombert souligne l'importance du sujet traité et félicite la candidate pour sa maîtrise de la bibliographie et pour la qualité des analyses et des résultats présentés. Tout au long de cette thèse, Madame Cécile Fougeron démontre qu'elle connaît parfaitement les problèmes posés par les interactions entre positions prosodiques et articulations segmentales ainsi que les techniques d'investigation permettant de mieux cerner ces interactions (données aérodynamiques, électropalatographiques et spectrales).

Les résultats obtenus par la candidate démontrent que l'articulation d'un segment est influencée par la position qu'il occupe dans la structure prosodique et plus précisément que l'amplitude des modifications articulatoires subies par les segments augmente progressivement du début d'un constituant augmente progressivement du début d'un



constituant inférieur au début d'un constituant supérieur. Cécile Fougeron montre également que les variations articulatoires observées sont "optionnelles et que leur réalisation est fonction des locuteurs, des articulateurs et des segments". Il aurait été utile d'essayer de dégager des généralisations concernant ces variations et en particulier de voir s'il était possible de les considérer comme des "stratégies individuelles" spécifiques. Pour cela, un nombre plus important de sujets aurait été nécessaire.

Monsieur Hombert insiste également sur l'importance des travaux de la candidate pour des applications dans le domaine de la reconnaissance de la parole, en particulier sur la détection des frontières.

En conclusion, Monsieur Hombert félicite la candidate pour la qualité de cette thèse qui, à l'évidence, sera une thèse incontournable sur la phonétique du français.

Monsieur **Shinji Maeda** prend la parole à 15h 20.

La thèse de Madame Fougeron traite de l'influence de la structure prosodique sur l'articulation segmentale. Son étude se place dans un cadre expérimental couvrant des aspects acoustique, électropalatographique, et aérodynamique de la production de parole.

Le "niveau" du marquage des frontières de constituants peut varier en fonction de leurs hiérarchies, on peut espérer que le marquage se manifestera comme une variation systématique non seulement dans les paramètres prosodiques, la fréquence fondamentale, la durée, et la durée des pauses, mais également dans l'articulation des segments situées autour d'une frontière de constituants. Madame Fougeron a choisi d'étudier la variation articulatoire en début de constituants, parce que la variation à la position initiale a été peu étudiée précédemment, en particulier, par rapport à celle à la position finale, qui est souvent associée avec l'accent lexical.

Madame Fougeron montre que l'influence des constituants se manifeste sur les réalisations de différents types de segments, consonnes /n/, /l/, /t/, /k/, /kl/, et voyelles /i/ et /ā/, à la position initiale. Quoique les différences entre les hiérarchies différentes de constituants ne se manifestent pas toujours sur l'articulation des segments et qu'il y a une variation interlocuteurs, une tendance se dégage pour tous les segments considérés: la durée segmentale augmente, la constriction glottale, le contact linguopalatal augmentent, et le débit d'air nasal pour la consonne nasale et pour la voyelle nasale diminue, avec une augmentation de hiérarchie des constituants. La diminution de débit d'air nasal est expliquée par le fait que une contraction du levator palatini empêche, plus ou moins, un abaissement du voile du palais. Madame Fougeron propose, un peu trop modestement, un renforcement articulatoire comme un mécanisme unifiant pouvant expliquer les variations observées sur des différents segments. Elle marque donc une renaissance des vieilles idées de "la force articulatoire" de Straka, qui est, à mon avis, le message de cette thèse.

Comme Madame Fougeron décrit au dernier chapitre, ce travail a laissé plusieurs questions en suspens, ce que je considérerais plutôt comme une indication d'une bonne thèse faite par un bon chercheur. Toutefois, j'aurais aimé avoir une discussion sur la question suivante: les variations articulatoires observées sont-elles intentionnelles ou simplement dues à la conséquence des variations de paramètres prosodiques, par exemple, de la durée des segments. En fait, la question a été discutée durant de la soutenance, mais la réponse est toujours en suspens.



La thèse est très facile à comprendre parce qu'elle est clairement rédigée. Elle apporte une contribution importante pour les études sur l'interaction entre segmental et suprasegmental. J'ajoute que la mémoire de la thèse et l'exposé de la thèse montrent la domination du sujet étudié, une bonne maîtrise des techniques employées, et surtout la qualité indéniable de Madame Fougeron comme chercheur et enseignant.

Madame le Professeur **Jacqueline Vaissière** prend alors la parole à 15h 40.

Elle remercie la candidate de sa présentation orale, qui, comme à l'accoutumé, fut très claire.

Elle félicite la candidate pour l'ensemble du travail accompli, dans cette thèse, et aussi pour les travaux déjà publiés. En quelques années, Cécile a su devenir une véritable spécialiste et se forger déjà un nom dans la communauté nationale et internationale.

Madame Vaissière a beaucoup apprécié l'ensemble de la rédaction et la précision de l'écriture. La limitation du sujet à une seule position prosodique a permis à la candidate de traiter à fond la question, en utilisant tous les moyens mis à sa disposition, ce qui est très certainement le point le plus fort de la thèse. Le nombre restreint de phrases étudiées et de locuteurs s'explique aisément par les contraintes de la prise de données articulatoires. Malgré le nombre restreint de locuteurs, la candidate a pu montrer la diversité des stratégies des locuteurs et la complexité des résultats. Les différences interlocuteurs observées dans cette thèse montrent la fragilité des généralisations faites dans d'autres résultats publiés (EMG, électromyographie, cinéradiographie) qui ne reposent que sur un nombre très restreint de locuteurs. Cécile Fougeron est prudente dans ses conclusions, et elle fait preuve d'une maturité scientifique certaine.

Madame Vaissière tient à noter trois détails dans la rédaction, pourtant prudente dans son ensemble, détails que la candidate pourra prendre en compte dans une future version. Premièrement, il faut toujours préciser la position étudiée: il s'agit du phonème à l'initiale absolue, et il est possible que les résultats trouvés diffèrent si le constituant supérieur commence par un mot grammatical. La voyelle de la syllabe initiale, particulièrement résistante lors du passage du latin au français, peut avoir un comportement singulier qu'il convient d'étudier plus à fond. Deuxièmement, bien que le phénomène de renforcement initial semble exister dans quelques langues, il convient également de noter plus régulièrement la langue concernée dans les travaux cités, et des recherches sont à entreprendre sur la généralité de ce fait (cf. le Breton, par exemple). L'universalité du renforcement initial est loin d'être prouvée. Troisièmement, bien que la conclusion fasse clairement apparaître la nécessité d'une étude perceptive, certains endroits du corps de la thèse sont moins prudents et laissent à penser que ces variations ont une "fonction" démarcative.

La bibliographie est très bien fournie et la candidate a bien su positionner son apport par rapport à la tradition et aux travaux plus récents. Madame Vaissière sait que la candidate a réellement lu tous les articles cités, et elle a su présenter intelligemment, avec concision, les travaux antérieurs. Les schémas récapitulatifs sont très appréciables. Cécile Fougeron est certainement une très bonne expérimentaliste. Elle est une passionnée de la recherche et cette passion pour l'expérimentation est apparue dès ses premiers travaux dirigés de maîtrise. Elle est un élément très positif dans un groupe de recherche. Madame Vaissière tient en très haute estime la clarté de sa réflexion, sa souplesse d'esprit, sa bonne humeur, la rapidité avec laquelle elle comprend et même apprécie la moindre critique, et sa ténacité. Elle a toujours pris beaucoup de plaisir à discuter avec Cécile Fougeron, qui aime la discussion et qui est toujours très précise.



Madame Vaissière adresse ses sincères félicitations à la candidate, et espère qu'elle aura un jour la chance de devenir chercheur, puisque tel est son plus cher désir.

Madame le Professeur **Patricia Keating**, prend la parole à 16 h.

Madame le Professeur Patricia Keating tient tout d'abord à s'excuser d'avoir à faire ses commentaires en anglais. She then expressed her appreciation for having been invited to serve on the jury. She also expressed her appreciation to Mlle Fougeron for their past research collaborations. She said that Mlle Fougeron was a valued member of the UCLA Phonetics Lab group during her visits there, very helpful to other students, and would be welcome back at any time.

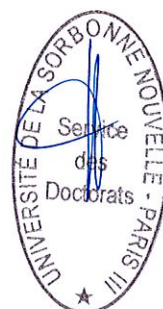
Professor Keating also offered the opinion that the dissertation is a very strong one. Had this been a UCLA dissertation, it would have been one of the best in her experience of about 16 years.

Then Professor Keating enumerated the strengths of the dissertation, in her opinion. These were:

1. The literature review is very thorough and includes French studies not always cited in English-language literature reviews. This feature makes the literature review especially helpful to English-language researchers and has already been recommended to some students and other researchers in the U.S. and Holland.
2. The thesis has a firm foundation in prosodic theory and is based on an explicit model of French prosody (from Mlle Fougeron's work with Sun-Ah Jun). One can disagree with this model, but at least the basis for the experiments is explicitly prosodic. This is in contrast to the recent work by Dani Byrd and her colleagues at Haskins Labs, in which the effects studied are assumed to be prosodic in nature, but the speech materials are not based on any model of prosody.
3. A variety of prosodic domains are tested -- all of the domains posited by the prosodic model, plus an utterance level.
4. In particular, the results for the levels Intonational Phrase and Accentual Phrase (as distinct from each other, and from some lower level) are very clear and strong. This is in contrast to Byrd et al.'s lack of a clear effect of what they call a "small phrase", but which is not clearly defined in terms of prosodic structure.
5. There is a variety of test segments that again goes beyond previous work. Consonants, vowels, and consonant clusters are all tested.
6. There is a variety of methods used in the studies: electropalatography, airflow, and acoustic analysis. No previous study uses all these methods.

Then Professor Keating asked Mlle Fougeron about some possible problems or objections, and also some alternative interpretations.

1. First, like all electropalatography experiments, the electropalatography experiments in the thesis had very few subjects (two), because of the cost of the custom-made pseudo-palates. This weakness is not specific to this thesis, but it is unfortunate.



Professor Keating noted also that even studies using the newer method of articulography (EMA) generally seem to have similar small numbers of subjects. Including many subjects in an EMA experiment is not expensive, but data analysis is very time-consuming.

2. The results in the thesis with respect to the Word are weaker than the other results. This is surprising since, as pointed out in the thesis and by other members of the jury, the Word plays a large role in historical sound change in French as well as in other languages. Thus we might have expected the Word level to be the most reliably distinguished, but it is not. (To summarize from the thesis: Word-initial position is different from Word-medial position only in 3 experiments for one subject [EPG for /n/ and /l/, and flow for /ini/].

Perhaps the definition of Prosodic Word adopted in the thesis is not the right one. Selkirk and others assume that the Word is quite small, such that "Tata Nadia" would consist of two separate Words ("Tata" and "Nadia"), and this is the analysis assumed in the thesis. Yet "Tata Nadia" together form a morphosyntactic word and, as a name, might for some speakers form a single prosodic Word. Perhaps differences among speakers in this respect could account for the weakness of the results here? Would it be possible to construct less ambiguous cases of prosodic words?

Mlle Fougeron agreed that there is likely a problem in her materials with the definition of prosodic word, and that other sequences could be tested.

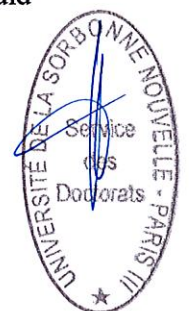
3. No clear effects of Utterance vs. Intonational Phrase were found in the thesis; the thesis suggests that the corpus did not force an Utterance (Énoncé) break, and uses the term Sentence (Phrase) instead. Is the occurrence of a long pause perhaps crucial to the definition of the Utterance level (or at least, to ToBI break index 5)? In similar work on Korean, where speakers were made to pause at an Utterance break, the Utterance level was different from the Intonational Phrase.

Mlle Fougeron agreed that the role of pausing should be studied for French.

Another possibility could be that the variability is so much greater in higher prosodic positions that differences do not reach significance. Dani Byrd, in EMA studies, finds more variability in timing at higher levels. Is contact also more variable?

Mlle Fougeron said that this is not so, and that there are not trends in the data that are in the right direction but fail to reach significance.

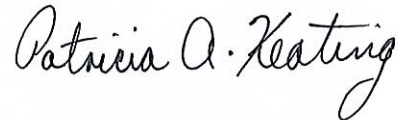
4. The thesis reports that while a study by Hsu and Jun showed that VOT varied with prosodic position in Taiwanese, the present study found no such effect on VOT for French. This statement is not quite correct. Hsu and Jun found an effect of prosodic position on VOT only for a voiceless aspirated and a prevoiced stop; but the voiceless unaspirated stop with very short lag VOT did not show such any such difference. The stops of French are basically voiceless unaspirated, and their VOT values are more like those of the unaspirated stop in Taiwanese. Therefore, based on Taiwanese, we would not expect an effect in French (which is indeed the result found).



5. Some discussion in the defense had concerned (in effect) whether the articulatory differences demonstrated by the studies are produced intentionally by speakers, or could be interpreted as the accidental by-products of some other kind of variation. Professor Keating noted that the obvious candidate for this kind of causal account would be durational variation. Indeed, Byrd et al., in their work on Tamil, treat the spatial variation in their data as a relatively minor effect of the durational variation, which they take to be primary. Would Mlle Fougeron allow that her speakers were controlling duration but not spatial position?

Mlle Fougeron, while acknowledging that she had found a good correlation between these variables, stated some difficulties with such an account for French, based on her results.

Le jury se retire pour délibérer vers 16h30. Il décerne le titre de docteur à la candidate, avec la mention Très Honorable et félicitations.



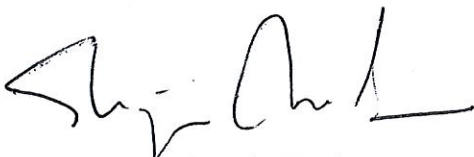
P. Keating, Prof.



A. Marchal, Dir. Rech.



J-M. Hombert, Prof.



S. Maeda, Dir. Rech.



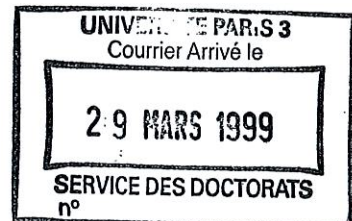
J. Vaissière, Prof.

Copie certifiée
conforme à l'original
SORBONNE, le 4/7/13

La responsable du service des doctorats



Janine TOCABENS



**DOCTORAT DE L'UNIVERSITE
DE LA SORBONNE NOUVELLE- PARIS III**
(arrêté du 30 Mars 1992)

Le Secrétaire Général de l'Université de la Sorbonne Nouvelle certifie que **Mademoiselle Cécile FOUGERON**, née à Les Lilas (Seine Saint Denis), le 6 Décembre 1970, a été jugée digne du titre de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE LA SORBONNE NOUVELLE

DISCIPLINE : Phonétique

avec une thèse intitulée :

VARIATIONS ARTICULATOIRES EN DÉBUT DE CONSTITUANTS PROSODIQUES DE DIFFÉRENTS NIVEAUX EN FRANÇAIS.

présentée en soutenance le **30 Juin 1998** devant un jury composé de :

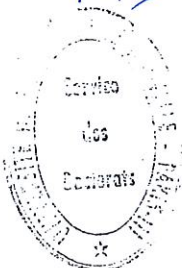
Madame Jacqueline VAISSIERE
Madame Pat KEATING
Monsieur Shinji MAEDA
Monsieur Jean-Marie HOMBERT
Monsieur Alain MARCHAL

Professeur
Professeur
Directeur de Recherches
Professeur
Directeur de Recherches

Mention : **TRÈS HONORABLE AVEC FÉLICITATIONS**

Cette attestation, pour être valable, ne doit être ni surchargée ni grattée. L'Université ne la délivre qu'une fois. Les Maires et les Commissaires de Police français, les Agents Diplomatiques et Consulaires de France à l'étranger peuvent en délivrer des copies certifiées conformes.

Copie certifiée
conforme à l'original
SORBONNE, le 4/7/13



La responsable du service des doctorats

Janine TOCABENS

En Sorbonne, le 1er Juillet 1998

Le Secrétaire Général,

Didier RAMOND

