

Portrait acoustique d'une variation régionale en français québécois contemporain : l'ouverture de la voyelle /ε/ en finale de mot

Josiane Riverin-Coutlée et Vincent Arnaud

Département des arts et lettres, Université du Québec à Chicoutimi

555, boul. de l'Université, Chicoutimi (Québec) Canada G7H 2B1

josiane.riverin-coutlee@uqac.ca, vincent.arnaud@uqac.ca

RESUME

Cette contribution est consacrée à l'étude acoustique d'un phénomène phonétique du français québécois qui à ce jour n'a reçu que peu d'attention : l'ouverture du /ε/ en finale absolue. Considéré en perte de vitesse au Québec, ce phénomène serait plus fréquemment produit par des locuteurs issus de milieux populaires en situation informelle, mais sans distribution géographique précise. L'analyse de la durée et de l'évolution temporelle des trois premiers formants de 473 occurrences produites en contexte formel (tâche de lecture en laboratoire) par 40 jeunes universitaires originaires des villes de Saguenay et de Québec (deux centres urbains de l'est du Québec) suggère néanmoins une vitalité du phénomène à Saguenay. Les résultats d'une série d'analyses discriminantes quadratiques indiquent que la prise en compte de F_3 , de la durée et de la dynamique spectrale en plus de F_1 et F_2 permet d'affiner la classification des occurrences en fonction de l'origine géographique des locuteurs.

ABSTRACT

Acoustical Description of Word-Final /ε/ Lowering in Contemporary Quebec French: A Regional Variation

This acoustic study focuses on a Quebec French phonetic feature that has not been studied extensively: the lowering of /ε/ in absolute word-final position. This phenomenon, which is considered on the decline in the province of Quebec, has been said to happen more frequently with speakers from lower social classes, in informal situations, but without any precise geographical distribution. Our results contradictorily suggest that the lowering of /ε/ is still very much alive among speakers from Saguenay (a city in Eastern Quebec), based on the analysis of duration and temporal evolution of the first three formants from 473 tokens produced during a reading task (formal context) by 40 undergraduate students native of Saguenay and Quebec City. A series of quadratic discriminant analyses shows that taking into account F_3 , duration and spectral changes, in addition to F_1 and F_2 , improves dramatically the classification accuracy of tokens according to speakers' birthplaces.

MOTS-CLES : VISC, français québécois, variation régionale, voyelle /ε/, dynamique spectrale, analyse discriminante

KEYWORDS: VISC, Quebec French, regional variation, vowel /ε/, formant dynamics, discriminant analysis

1 Problématique et objectifs

Le français québécois (désormais FQ) est caractérisé par un faisceau de traits phonétiques qui, pour certains d'entre eux, ont été largement documentés, par exemple l'affrication des consonnes /t d/ ou la diphtongaison (voir entre autres Dumas, 1987). D'autres phénomènes, moins fréquemment mis de l'avant, font néanmoins partie intégrante du phonétisme du français en usage au Québec, parmi lesquels l'ouverture de la voyelle /ɛ/ en [æ] ou [a] en finale absolue (le mot *poulet* prononcé [pulæ]). Bien que considéré comme courant dès les premières descriptions du français en usage dans cette province (Squair, 1888), ce phénomène a reçu peu d'attention et n'a, au mieux, fait l'objet que de brèves remarques dans des ouvrages et études généralistes reposant sur l'analyse exclusivement auditive de données récoltées il y a plusieurs décennies. Gendron (1966 : 66) considère le phénomène comme caractéristique de locuteurs peu scolarisés, issus de milieux populaires. Dumas (1987 : 137) indique pour sa part qu'il s'agit d'une prononciation beaucoup plus fréquente en situation de communication informelle que formelle. Sur le site PHONO, qui constitue une synthèse d'une majeure partie des écrits sur le phonétisme du français en usage au Québec, Paradis et Dolbec (1998) constatent qu'il existe peu d'information en ce qui a trait à la répartition géographique du phénomène et que les données parcellaires récoltées à ce sujet laissent présumer qu'il serait commun à plusieurs régions du Québec. Plus récemment, Morin (2002 : 48) laisse entendre que le phénomène d'ouverture du /ɛ/ en finale absolue pourrait désormais être en situation de recul dans la province.

L'objectif premier de cette contribution est donc de faire le point sur l'éventuelle vitalité du phénomène en FQ. Pour ce faire, nous nous proposons de procéder à une analyse acoustique, ce qui n'a, à notre connaissance, jamais été effectué.

Les choix méthodologiques traditionnellement adoptés lors de l'analyse acoustique des voyelles sont fondés sur la prise en compte d'une seule estimation de la fréquence centrale des deux premiers formants (désormais F_1 et F_2) dans la portion médiane de chaque segment. Héritage des études pionnières des Laboratoires Haskins (Delattre et coll., 1952), ce paradigme d'analyse et de représentation des voyelles est encore d'actualité. Il peut néanmoins être enrichi en intégrant des indices acoustiques supplémentaires comme la durée, la fréquence fondamentale (désormais f_0), le troisième formant (F_3), dont l'intérêt pour la description acoustique des voyelles antérieures arrondies n'est plus à confirmer (Schwartz et coll., 1993), et le quatrième formant (F_4), mais aussi en prenant en compte la dynamique temporelle de ces divers indices (Arnaud, 2010).

En incluant la dynamique spectrale dans la paramétrisation acoustique des voyelles analysées, cette contribution se situe dans le prolongement de l'hypothèse du VISC (*Vowel Inherent Spectral Change*, Nearey et Assmann, 1986 : 1297). Peterson et Barney (1952 : 184) mettaient déjà en doute le fait que l'analyse acoustique d'une voyelle puisse être réduite à l'extraction d'indices chiffrés en une seule section temporelle. Cependant, Hillenbrand (2013 : 11, dans Morrison et Assmann, 2013) souligne qu'il faudra attendre les années 1980 pour que l'éventuel rôle des changements spectraux dans la description des timbres vocaliques soit mis à l'épreuve.

Les études s'appuyant sur l'hypothèse du VISC, dont la portée perceptive a été évaluée à plusieurs reprises en anglais américain, notamment en utilisant des *silent centre syllables*

(Jenkins et coll., 1983) et des stimuli synthétiques (Hillenbrand et Nearey, 1999), tendent à montrer que la dynamique spectrale des voyelles leur est inhérente et n'est pas strictement attribuable aux effets acoustiques de la coarticulation (Hillenbrand et coll., 2001).

Toutes les voyelles anglo-américaines, même celles traditionnellement considérées comme des monophthongues, présentent une trajectoire substantielle dans un espace de dispersion $F1 \times F2$ entre leur établissement (*onset*) et leur queue (*offset*). La trajectoire respective de ces voyelles demeure récurrente, qu'elles soient produites en contexte /hVd/ (dit neutre) ou dans divers contextes consonantiques (Hillenbrand et coll., 1995; Hillenbrand et coll., 2001).

La prise en compte de la dynamique spectrale favorise également la distinction entre les voyelles fermées tendues et leurs contreparties relâchées en anglais américain (Hillenbrand et coll., 1995) ou en FQ (Arnaud et coll., 2011; Sigouin, 2013). Les tendues et les relâchées présentent notamment des trajectoires opposées dans un espace de dispersion $F_1 \times F_2$, et ce, dans ces deux idiomes. Enfin, la prise en compte de la dynamique spectrale a également permis en anglais américain de décrire et de quantifier diverses variations régionales (Fox et Jacewicz, 2009).

Cette contribution propose donc de décrire la structure du / ε / apparaissant en finale absolue en FQ et cela, en enrichissant le paradigme expérimental classique d'analyse acoustique des voyelles où seule la fréquence centrale de F_1 et de F_2 au « centre de l'état stable » des voyelles est considérée. Nous nous attacherons à montrer que la prise en compte de la durée et de l'évolution temporelle des trois premiers formants permet de : a) caractériser plus finement les propriétés de la voyelle / ε / en finale absolue qu'une simple modélisation statique bidimensionnelle; b) rendre compte, s'il y a lieu, d'éventuelles différences régionales concernant l'ouverture de cette voyelle.

2 Repères méthodologiques

L'échantillon de témoins dont les productions ont été analysées est constitué de 40 étudiants universitaires, autant d'hommes que de femmes, âgés de 20 à 29 ans, tous locuteurs natifs du FQ et originaires à parité des villes de Québec et de Saguenay. Ces deux centres urbains de l'est du Québec ne sont distants que de 200 km, mais se situent respectivement aux extrémités sud et nord de la Réserve faunique des Laurentides, territoire inhabité qui a longtemps constitué une barrière naturelle entre les deux villes (Paradis, 1985).

Chaque locuteur a été amené à lire à haute voix quelque 500 phrases porteuses pentasyllabiques sémantiquement significatives contenant, en position finale d'énoncé, des mots cibles¹. Parmi ceux-ci, 12 se terminent par la voyelle / ε / : *baie*, *épais*, *fait*, *gilet*, *guet*, *jet*, *lait*, *paix*, *poulet*, *prêt*, *raie* et *taie*. Les voyelles analysées sont extraites de la répétition isolée, à la suite d'une demande de reformulation de la part de l'enquêteur, de ces mots cibles. La tâche demandée aux témoins et les contraintes du lexique français ne nous permettaient pas de contrôler le contexte consonantique précédant la voyelle.

Les locuteurs ont été enregistrés en chambre anéchoïque au format numérique (44 100 Hz, 16 bits) à l'aide d'un enregistreur numérique TASCAM HD-P2 et d'un microphone serre-tête SHURE SM10A et le signal d'entrée a été amplifié par l'intermédiaire d'une console de mixage

¹ Il s'agit d'un vaste corpus de parole lue produit de 2010 à 2012.

Pour des raisons techniques (productions indistinctes, bruits extérieurs, etc.), 7 occurrences ont été rejetées. Ce sont donc 473 voyelles qui ont tout d'abord été segmentées manuellement à l'aide du logiciel *Praat*. Nous avons ensuite relevé la durée puis, conformément au paradigme dans lequel s'inscrit notre analyse, nous avons estimé la fréquence centrale des trois premiers formants à 25 %, 50 % et 75 % de la durée. À la suite d'un examen attentif des représentations spectrographiques, les paramètres de l'algorithme de suivi formantique ont été ajustés manuellement pour chacune des occurrences.

Par la suite, une série d'analyses discriminantes quadratiques par *jackknife* ont été effectuées afin de mettre au jour dans quelles proportions une observation (ici une occurrence vocalique) peut être associée à une catégorie établie *a priori* (l'origine géographique des locuteurs) à partir de prédicteurs (différentes combinaisons d'indices acoustiques).

Les données récoltées n'ont pas été normalisées. Ce choix méthodologique repose, d'une part, sur le fait que l'utilisation de procédures de normalisation extrinsèques (par exemple les scores-Z) est difficilement envisageable lorsqu'une seule catégorie phonémique est considérée. D'autre part, l'application d'une procédure de transformation (mels, logHertz, etc.) ne semble pas avoir d'effet positif sur le taux de classification des occurrences lors d'analyses discriminantes, que ce soit en FQ (Arnaud et coll., 2011) ou en anglais américain (Hillenbrand et coll., 1995).

3 Résultats

La FIGURE 1 illustre la répartition des occurrences selon l'estimation de la fréquence centrale des trois premiers formants à 25 %, 50 % et 75 % de la durée vocalique, tandis que la TABLE 1 présente les moyennes et écarts-types de la durée et des fréquences formantiques calculés à partir des moyennes individuelles. Les données n'ayant pas été normalisées, les productions féminines et masculines sont présentées séparément.

Ville	Sexe	n	Durée (ms)	F ₁ (Hz)			F ₂ (Hz)			F ₃ (Hz)		
				25 %	50 %	75 %	25 %	50 %	75 %	25 %	50 %	75 %
QC	H	119	96 (14)	468 (27)	490 (28)	493 (34)	1837 (94)	1881 (109)	1906 (99)	2541 (113)	2562 (115)	2580 (112)
	F	120	108 (25)	531 (23)	555 (29)	554 (38)	2279 (73)	2335 (73)	2371 (93)	2977 (92)	2998 (87)	3007 (110)
SG	H	118	106 (23)	526 (50)	565 (54)	597 (51)	1687 (117)	1722 (104)	1782 (123)	2568 (169)	2580 (164)	2609 (186)
	F	116	115 (33)	631 (57)	663 (64)	656 (71)	2048 (72)	2098 (69)	2162 (52)	2914 (130)	2913 (115)	2932 (115)

TABLE 1 – Moyenne et écart-type (entre parenthèses) de la durée et de la fréquence centrale des trois premiers formants à 25, 50 et 75 % de la durée des voyelles produites par les hommes (H) et les femmes (F) de Saguenay (SG) et de Québec (QC)

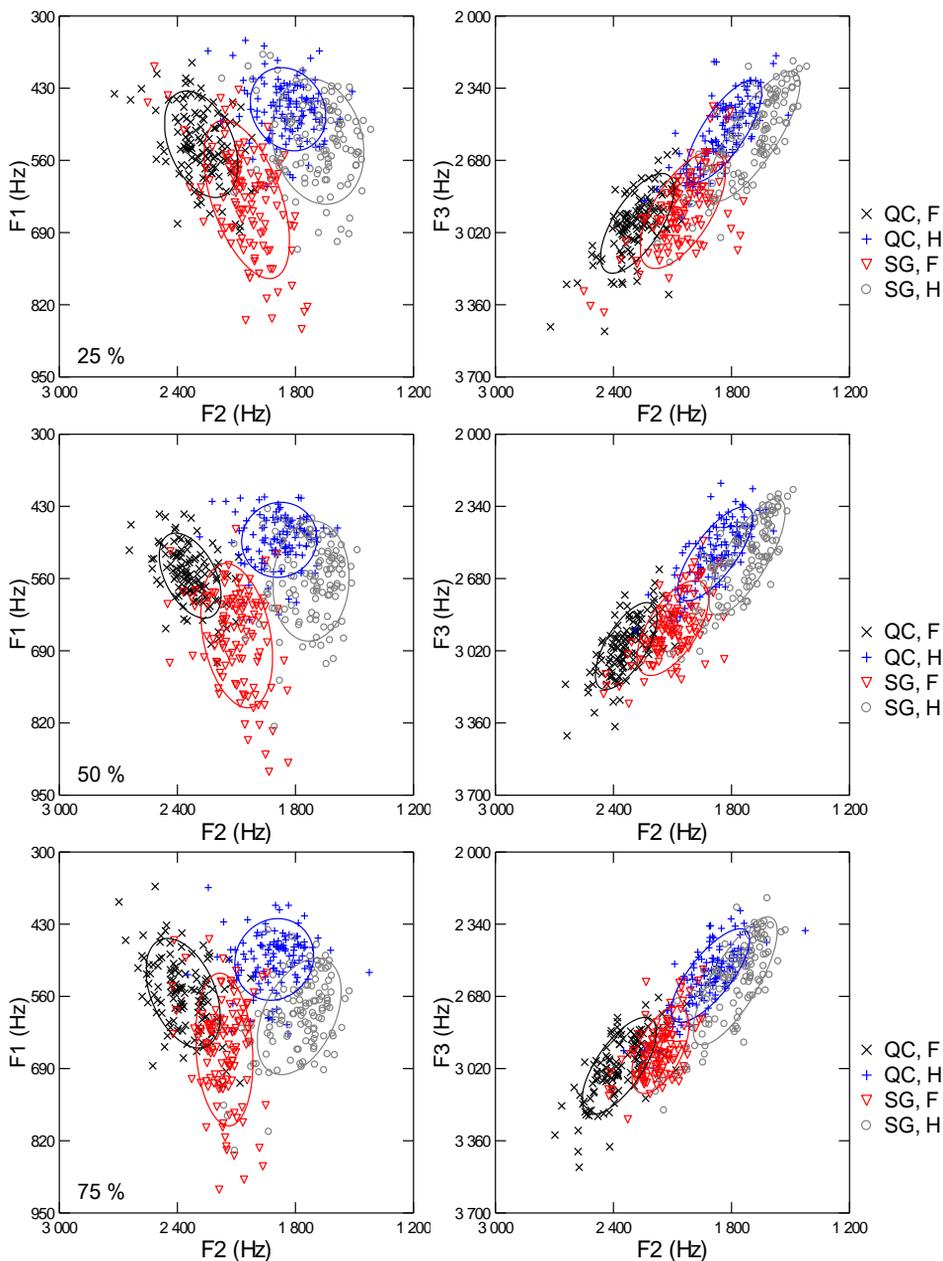


FIGURE 1 – Diagrammes bifonémiques $F_1 \times F_2$ et $F_2 \times F_3$ présentant les 473 occurrences produites par les hommes (H) et les femmes (F) de Québec (QC) et de Saguenay (SG) à 25, 50 et 75 % de la durée vocalique. Les ellipses englobent 86,5 % des occurrences de chaque catégorie

D'après les données présentées dans la TABLE 1 et la FIGURE 1, les valeurs de F_1 et de F_2 semblent fortement influencées par l'origine géographique des locuteurs. En effet, les locuteurs de Saguenay tendent à produire des occurrences dont le premier formant est plus élevé et le

deuxième formant moins élevé que les locuteurs de Québec. Si, en première approximation, une augmentation de F_1 peut être interprétée comme une tendance à l'ouverture et une diminution de F_2 , comme une tendance à la centralisation, dans notre corpus, les productions des locuteurs de Saguenay tendraient donc à être plus ouvertes et plus centralisées que celles des locuteurs de Québec. Ces tendances sont parfois si marquées qu'elles perturbent le rapport habituel entre fréquences formantiques féminines et masculines (voir Simpson, 2009 pour un survol). Contrairement à ce qui est attendu, la TABLE 1 et la FIGURE 1 révèlent que le F_1 des hommes de Saguenay est aussi (voire plus) élevé que le F_1 des femmes de Québec et que le F_2 des femmes de Saguenay est parfois aussi bas que le F_2 des hommes de Québec.

Quelle que soit l'origine des locuteurs, il appert également que les occurrences comprises dans les quatre catégories se chevauchent davantage à 25 % de la durée vocalique, puis se dissocient progressivement. Il n'est pas exclu que la plus grande variabilité des fréquences formantiques initiales soit un effet de la coarticulation (Hillenbrand et coll., 2001), le contexte consonantique précédant les voyelles analysées étant, comme nous l'avons mentionné, pour le moins varié.

La FIGURE 2 présente une synthèse de la trajectoire moyenne des occurrences sur les axes F_1 , F_2 et F_3 de 25 % à 50 % et de 50 % à 75 % de la durée vocalique. Nous constatons dans l'espace $F_1 \times F_2$ que les occurrences tendent à se mouvoir vers la périphérie du trapèze vocalique, avec une augmentation de F_1 et de F_2 en cours d'émission. Bien que visuellement plus ténue, une augmentation de F_3 peut également être observée. La FIGURE 2 met en exergue l'importante augmentation du premier formant des occurrences produites par les hommes de Saguenay.

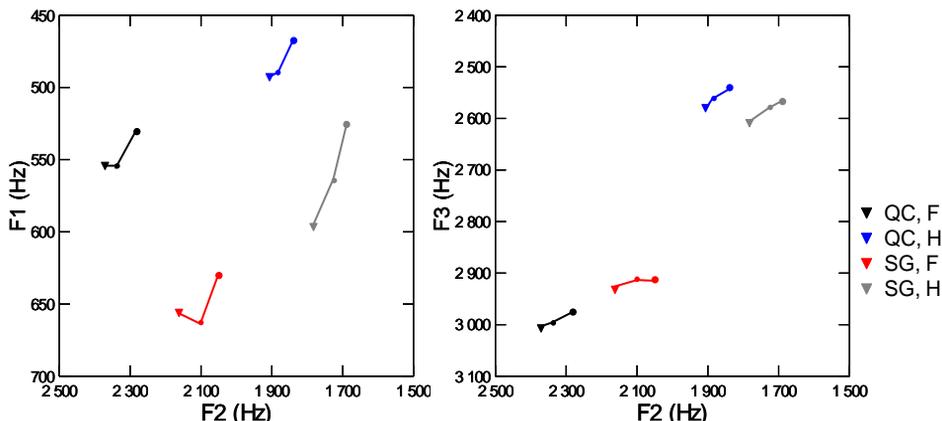


FIGURE 2 - Diagrammes biformantiques $F_1 \times F_2$ et $F_2 \times F_3$ présentant l'évolution temporelle moyenne des occurrences produites par les hommes (H) et les femmes (F) de Québec et de Saguenay (SG). Le triangle représente la valeur moyenne des mesures prises à 75 % de la durée

Au-delà de ces remarques qualitatives concernant l'apparente distinction entre les occurrences produites par les locuteurs de Saguenay et celles produites par les locuteurs de Québec, nous avons cherché à évaluer statistiquement dans quelle mesure les indices acoustiques considérés permettaient de séparer les occurrences en fonction de l'origine géographique des locuteurs les ayant produites. Pour ce faire, nous avons eu recours à une série d'analyses discriminantes, dont les résultats sont présentés dans la TABLE 2.

	50 %		25-75 %		25-50-75 %	
	Durée	Durée	Durée	Durée	Durée	Durée
F ₁ -F ₂	84	85	85	86	86	87
F ₁ -F ₂ -F ₃	86	88	88	90	87	89

TABLE 2 – Taux de classification correcte (en %) des occurrences dans les catégories *Saguenay* et *Québec* lors d’analyses discriminantes quadratiques où différents indices acoustiques relevés à différents points de mesure étaient utilisés comme prédicteurs

Le paradigme d’analyse acoustique traditionnel (F₁ et F₂ à un « état stable ») se voit enrichi par l’intégration, lors du calcul des fonctions discriminantes, d’indices supplémentaires tels F₃ et la durée, ainsi que par la prise en compte de l’évolution temporelle des caractéristiques spectrales des voyelles. L’analyse discriminante menée avec comme seuls prédicteurs F₁ et F₂ à 50% de la durée obtient le taux de classification correcte le plus faible (84 %), alors que le meilleur taux (90 %) est obtenu avec la prise en compte de la durée et des trois premiers formants à 25 % et à 75 % de la durée vocalique. Considérer un point de mesure central en plus de ceux à 25 % et à 75 % de la durée vocalique n’entraîne pas d’amélioration du taux de classification correcte. Ce résultat tend à suggérer que c’est bien l’évolution temporelle de la valeur des indices acoustiques considérés qui favorise une amélioration du taux de classification et non la simple adjonction de données supplémentaires. Quoi qu’il en soit, sachant qu’un seul phonème était à l’étude et que l’unique variable de regroupement des occurrences était la ville d’origine des locuteurs, un taux de classification correcte de 90 % s’avère remarquable.

4 Discussion

Le portrait proposé dans cette contribution s’avère plus complexe que celui auquel nous aurions abouti en ne considérant que la fréquence centrale des deux premiers formants estimée dans la section centrale de chaque occurrence. Le traditionnel diagramme F₁×F₂ demeure certes une représentation visuelle fondamentale et pédagogique en phonétique, mais les résultats proposés suggèrent que les faits de variation affectant le système vocalique pourraient être revisités en ne s’appuyant plus seulement sur une paramétrisation statique bidimensionnelle du signal sonore, mais sur une paramétrisation dynamique multidimensionnelle incluant F₃, la durée et la dynamique temporelle de chaque formant.

Même si notre étude est consacrée à la variabilité des réalisations d’un seul phonème dans une seule position prosodique et syllabique, nos observations sont congruentes avec celles proposées dans la littérature (Nearey et Assmann, 1986; Hillenbrand et coll., 1995, 2001; Arnaud et coll., 2011) et que Hillenbrand (2013 : 17, dans Morrison et Assmann, 2013) synthétise en ces termes : « static vowel targets are neither necessary nor sufficient for the recognition of vowel identity. »

L’analyse proposée réduit la dynamique temporelle des différents indices considérés à des trajectoires linéaires entre 25 % et 75 % de la durée. Cette modélisation correspond à l’hypothèse de la « double cible » (Nearey et Assmann, 1986) et semble plébiscitée dans la littérature, que ce soit en anglais (Morrison, 2013, dans Morrison et Assmann, 2013) ou en FQ (Arnaud et coll., 2011). Il aurait néanmoins pu être intéressant d’évaluer la pertinence des deux autres modélisations de base des trajectoires (*onset + slope* et *onset + direction*).

Notons également que la localisation temporelle des points de mesure appelés « établissement » (*onset*) et « queue » (*offset*) n'a pas été guidée par des considérations théoriques. Dans la lignée de Nearey et Assmann (1986) ou de Hillenbrand et coll. (1995), nous avons estimé que l'extraction des valeurs formantiques à 25 % et à 75 % de la durée vocalique offrait un intervalle temporel suffisant pour caractériser une éventuelle dynamique sans que les résultats de notre analyse ne soient bruités par les irrégularités caractérisant les cycles d'oscillation initiaux et finaux des segments (à ce propos, voir Nearey, 2013, dans Morrison et Assmann, 2013).

Le choix de recourir à l'analyse discriminante a l'avantage de permettre de considérer conjointement, dans un même test statistique, plusieurs indices acoustiques, afin d'évaluer leur poids relatif dans la différenciation des occurrences en fonction de l'origine géographique des locuteurs. Néanmoins, ce type d'analyses ne présente qu'une visée exploratoire puisque l'effet aléatoire de l'individu n'est pas pris en compte. L'utilisation de modèles mixtes d'ANOVAs à mesures répétées sera donc essentielle afin de tester l'effet du sexe et de l'origine géographique des locuteurs, mais aussi de la position du point de mesure (25 %, 50 % ou 75 %), sur la valeur des différents indices acoustiques considérés.

5 Conclusion

Les résultats obtenus lors de cette analyse convergent vers un même bilan : en ce qui a trait à la voyelle / ϵ / en finale absolue, les usages des 40 locuteurs de Saguenay et de Québec constituant notre corpus sont bien distincts. Au plan acoustique, les principales différences résident dans la fréquence centrale des premier et deuxième formants, les occurrences produites par les Saguenéens présentant généralement un F_1 plus élevé et un F_2 moins élevé. Nous interprétons ces résultats comme une tendance à l'ouverture du / ϵ / en finale absolue chez les locuteurs de Saguenay.

En dépit de ce que suggèrent les descriptions essentiellement impressionnistes fournies dans la littérature, le phénomène d'ouverture du / ϵ / en finale absolue semble toujours vivant au Québec, y compris dans les productions très formelles de jeunes locuteurs universitaires. Il est également apparu que dans notre corpus, ce phénomène phonétique présentait un conditionnement géographique. Dès lors, la question de ses éventuels effets sur l'organisation du système vocalique des locuteurs étudiés mériterait d'être examinée plus avant. L'ouverture de la voyelle / ϵ / en finale affecte-t-elle le timbre des voyelles adjacentes /e/ et /a/, sachant néanmoins que la présence d'un /a/ antérieur en finale absolue demeure rare en FQ (Dumas, 1987 : 137) ? Par ailleurs, nous nous sommes limités, dans le cadre de cette contribution, à une analyse acoustique du phénomène. Or, des auditeurs humains, naïfs ou expérimentés, seraient-ils en mesure de percevoir l'effet des patrons et des trajectoires différenciés mis en évidence par l'intermédiaire d'un processus de classification automatique ? La question demeure ouverte et actuellement au centre de nos investigations.

Remerciements

Ce projet a reçu l'appui financier du Fonds québécois de recherche sur la société et la culture (FQRSC) et du Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH). Merci aux membres du laboratoire de phonétique expérimentale de l'UQAC, Jean Dolbec et Caroline Sigouin, pour leur relecture attentive.

Références

- ARNAUD, V. (2010). Le rôle des changements spectraux dans la description des voyelles françaises : entre sociophonétique et acoustique. In Remysen, W. et D. Vincent (éd.). *Hétérogénéité et homogénéité dans les pratiques langagières*, PUL, 207-226.
- ARNAUD, V., C. SIGOUIN et J.-P. ROY. (2011). Acoustic description of Quebec French high vowels: First results. In *Proceedings of the XVIIth ICPhS*, Hong Kong, 244-247.
- DELATTRE, P., A. M. LIBERMAN, F. S. COOPER, et L. J. GERTSMAN. (1952). An experimental study of the acoustic determinants of vowel colour. *Word*, 8(3):195-210.
- DUMAS, D. (1987). *Nos façons de parler. Les prononciations en français québécois*. PUQ.
- FOX, R. A. et E. JACEWICZ. (2009). Cross-dialectal variation in formant dynamics of American English vowels. *Journal of the Acoustical Society of America*, 126(5):2603-2618.
- GENDRON, J.-D. (1966). *Tendances phonétiques du français parlé au Canada*. PUL.
- HILLENBRAND, J. M., M. J. CLARK et T. M. NEAREY. (2001). Effects of consonant environment on vowel formant patterns. *Journal of the Acoustical Society of America*, 109(2):748-763.
- HILLENBRAND, J. M., L. A. GETTY, M. J. CLARK et K. WHEELER. (1995). Acoustic characteristics of American English vowels. *Journal of the Acoustical Society of America*, 97(5):3099-3111.
- HILLENBRAND, J. M. et T. M. NEAREY. (1999). Identification of resynthesized /hVd/ utterances: Effects of formant contour. *Journal of the Acoustical Society of America*, 105(6):3509-3523.
- MORRISON, G. S. et P. F. ASSMANN. (2013). *Vowel Inherent Spectral Change*, Springer.
- NEAREY, T. M. et P. F. ASSMANN. (1986). Modeling the role of inherent spectral change in vowel identification. *Journal of the Acoustical Society of America*, 80(5):1297-1308.
- PARADIS, C. (1985). *An Acoustic Study of Variation and Change in the Vowel System of Chicoutimi and Jonquière (Québec)*, thèse de doctorat, University of Pennsylvania.
- PARADIS, C. et J. DOLBEC. (1998). PHONO : caractéristiques phonétiques du français parlé au Québec, site Internet, <http://phono.uqac.ca/>
- PETERSON, G. E. et H. L. BARNEY. (1952). Control methods used in a study of the vowels. *Journal of the Acoustical Society of America*, 24(2):175-184.
- SCHWARTZ, J.-L., D. BEAUTEMPS, C. ABRY et P. ESCUDIER. (1993). Inter-individual and cross-linguistic strategies for the production of [i] vs. [y] contrast. *Journal of Phonetics*, 21(4):411-425.
- SIGOUIN, C. (2013). *Caractéristiques acoustiques des voyelles fermées tendues, relâchées et allongées en français québécois*, mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi.
- SIMPSON, A. P. (2009). Phonetic differences between male and female speech. *Language and Linguistics Compass*, 3(2):621-640.
- SQUAIR, J. (1888). A contribution to the study of Franco-Canadian dialect. *Proceedings of the Canadian Institute*, 6:161-168.