

Analyse acoustique d'un contraste dérivé en anglais d'Écosse

Emmanuel Ferragne¹, Joana Afonso-Santiago¹, François Pellegrino²

¹ CLILLAC-ARP – EA 3967/Université Paris 7
10 rue Charles V – 75004 PARIS

²Laboratoire Dynamique Du Langage – UMR 5596/CNRS – Université Lyon 2
14 avenue Berthelot – 69007 LYON
emmanuel.ferragne@univ-paris-diderot.fr

ABSTRACT

Phonological length is generally thought not to be relevant in Scottish English. However, some vowels are appreciably longer when followed by the past morpheme /d/ (instead of a tautomorphemic /d/), resulting in so-called ‘derived contrasts’. Do derived contrasts qualify as full-fledged phonemic oppositions or should they be regarded as allophonic variation? In the current paper, which is a preliminary to perceptual experiments addressing this question, we quantify the differences in duration and spectral variation brought about by appending the dental suffix of the past morpheme to /u/, /i/, and /ai/. We show that consistent lengthening occurs for /u/ and /ai/, as well as stronger diphthongization in /ai/, which suggests that duration should perhaps be included in the vowel system of Scottish English.

Keywords: derived contrasts, Scottish Vowel Length Rule, Gradient Phonemicity Hypothesis, vowel length, diphthongization

1. Introduction

L’analyse phonologique traditionnelle pose qu’une différence entre deux sons de parole reflète soit un contraste phonémique, soit une variation allophonique, à l’exclusion de toute autre option. Cependant, de nombreux auteurs mettent en doute cette vision strictement binaire [5, 7, 2]. En effet, pour diverses raisons – rendement fonctionnel faible, distribution lacunaire, les langues du monde présentent dans leur inventaire phonologique établi selon la méthode classique certains phonèmes qui sont moins typiquement phonémiques que d’autres. C’est par exemple le cas de /ð/ vs /θ/ en anglais britannique standard : la sonore n’apparaît en initiale de mot que dans des items grammaticaux, et le rendement fonctionnel de cette opposition est très limité (*thy/thigh*, et, dans certaines variétés, *either/ether*). À l’inverse, certains sons traditionnellement analysés comme des allophones d’un même phonème peuvent donner lieu à des contrastes ; c’est le cas des contrastes dérivés [4] : des contrastes inexistant dans des items mono-morphémiques émergent lors de dérivations morphologiques. Il s’ensuit donc que certaines entités analysées comme allophones sont moins typiquement allophoniques que d’autres. En suivant les auteurs qui ont bien compris le défi que représentent ces phénomènes pour l’analyse phonologique (voir références précédemment citées), nous formulerons l’hypothèse de la phonémicité gradiente

(HPG), selon laquelle il existe plusieurs degrés d’allophonie et de phonémicité. De plus, HPG postule que ces statuts linguistiques intermédiaires donnent lieu à des corrélats cognitifs variables, différents de ceux élicités par des différences phonémiques ou allophoniques typiques, et identifiables par le biais d’expériences de perception.

Cet article présente des données de production préliminaires à l’analyse expérimentale d’un contraste dérivé typique de l’anglais d’Écosse, et notamment de Glasgow. Il s’agit d’une analyse phonétique acoustique d’un allongement vocalique conditionné par la présence d’une frontière morphémique. Cette particularité, rangée avec d’autres phénomènes sous l’appellation *Scottish Vowel Length Rule*, se manifeste lorsque les voyelles /i/, /u/ et /ai/ sont allongées (avec variation de timbre pour /ai/) sous l’effet du suffixe du passé /d/ [9, 4, 6, 3]. Ainsi, *need/kneed*, *brood/brewed* et *side/sighed* sont susceptibles de constituer autant de paires minimales au sens strict du terme. Cette question, du point de vue de l’analyse de la durée, a certes été abondamment traitée dans la littérature, mais l’analyse que nous proposons ici diffère des précédentes sur plusieurs points :

- ces données constitueront le matériel de base d’expériences de perception, il convient donc de :
 - quantifier précisément la variation sur les paramètres pertinents,
 - s’assurer que tous les locuteurs produisent ce contraste de façon cohérente.
- certains mots tests sont peu fréquents, voire non attestés ; il s’agira donc d’observer dans quelle mesure ce facteur intervient,
- la variation de timbre pour /ai/ sera quantifiée acoustiquement.

2. Méthode

Une liste de 12 paires minimales potentielles a été conçue (Table 1), puis augmentée de 6 distracteurs. Les mots-cibles ont été présentés dans la phrase porteuse *He said the word ... and I didn't know how to spell it*. Quinze étudiants de l’Université de Glasgow ont pris part aux enregistrements, qui ont eu lieu dans un studio dédié. Chaque participant a été invité à lire l’intégralité de la liste à trois reprises de manière totalement autonome par le biais d’une interface en Tcl/Tk conçue par le troisième auteur. La liste était présentée dans un ordre aléatoire différent d’un sujet à l’autre. Le signal a été directement converti au

format numérique PCM mono avec un taux d'échantillonnage de 44,1 kHz et une résolution de 16 bits.

Table 1: Liste des 12 paires minimales employées dans l'étude.

Numéro	Paire
1	bide-bye'd
2	brood-brewed
3	could-cooed
4	crude-crewed
5	need-kneed
6	mood-moo'd
7	pride-pried
8	ride-rye'd
9	rude-rued
10	side-sighed
11	tide-tied
12	would-wooded

2.1. Analyse auditive préliminaire

Une analyse auditive préliminaire, conduite par le premier auteur, fait apparaître que les productions vont d'une absence totale de distinction audible (locutrice *gla09*) à un contraste systématique entre les deux membres de chacune des 12 paires (locuteur *gla14*). Sur les 15 (locuteurs) \times 12 (paires) = 180 contrastes potentiels, 114 ont été perçus comme distincts, 32 comme non distincts, et dans les 34 cas restants, aucune conclusion fiable n'a pu être émise en se basant sur l'analyse auditive. Ces résultats sont reproduits dans la Table 2. Pour le reste de l'analyse, les locuteurs produisant un contraste perceptible pour au moins 6 paires ont été conservés. Ainsi, les locuteurs *gla02*, *gla09* et *gla15* ont été écartés. En outre, on constate dans la Table 2 que la paire 5 (*need-kneed*) ne s'est révélée contrastive que pour un seul locuteur (*gla14*); par conséquent, elle n'apparaît pas dans le reste de l'analyse.

Table 2: Résultats de l'analyse auditive : perçu comme différent (+), identique (-), doute (x).

Locuteur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>gla01</i>	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>gla02</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>gla03</i>	+	+	+	x	-	+	x	+	+	+	+	+
<i>gla04</i>	+	+	+	+	x	+	x	-	+	+	x	+
<i>gla05</i>	+	+	+	+	x	+	x	+	+	+	x	+
<i>gla06</i>	+	-	+	x	-	x	+	+	x	+	+	x
<i>gla07</i>	+	+	+	+	x	+	x	+	x	+	+	+
<i>gla08</i>	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>gla09</i>	-	-	x	x	-	-	-	-	x	-	-	-
<i>gla10</i>	-	x	+	x	x	-	+	+	+	+	+	+
<i>gla11</i>	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>gla12</i>	+	+	x	+	-	x	+	+	x	+	+	+
<i>gla13</i>	x	x	+	x	-	x	+	+	+	+	+	x
<i>gla14</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>gla15</i>	+	x	x	x	-	x	+	+	x	+	+	-

2.2. Analyse de la durée et du timbre

Les voyelles, les mots-tests et les pauses ont été segmentés manuellement. La durée de chaque voyelle a ensuite été calculée. Pour ce qui est de la variation de timbre des voyelles, l'analyse cepstrale a été préférée à la méthode plus classique des formants en raison du manque de fiabilité de l'estimation automatique de formants. Douze coefficients MFCC et l'énergie ont été calculés avec Praat (options par défaut). Le paramètre choisi pour définir le degré de diptongaison est la distance euclidienne dans l'espace MFCC entre la première et la dernière trame de chaque voyelle. Deux ANOVA à deux facteurs (SUFFIXATION et TYPE DE VOYELLE) ont été conduites sur la durée (Section 3.1) et le degré de diptongaison (Section 3.2) indépendamment. Puis, puisque le facteur SUJET n'est pas inclus explicitement dans ces deux analyses afin de ne pas amplifier la complexité des deux modèles, la variation inter-individuelle sera examinée dans la Section 3.3 au moyen de t-tests.

3. Résultats

3.1. Durée

Les 792 valeurs de durée – 12 locuteurs \times 22 stimuli (11 paires) \times 3 répétitions – ont été soumises à une analyse de la variance à deux facteurs : SUFFIXATION (oui *vs* non) et TYPE DE VOYELLE (/u/ *vs* /ai/). Les résultats montrent un effet significatif de la SUFFIXATION ($F(1, 791) = 1205$; $p < 0,001$), du TYPE DE VOYELLE ($F(1, 791) = 622,79$; $p < 0,001$) ainsi qu'une interaction significative entre les deux facteurs ($F(1, 791) = 49,73$; $p < 0,001$). La durée objective des voyelles est donc influencée par la présence (longue) ou non (courte) d'une frontière morphémique avec le /d/. De plus, le TYPE DE VOYELLE (/u/ *vs* /ai/) a un effet sur la durée objective. Enfin, l'interaction montre que l'effet de la SUFFIXATION est différent selon qu'il s'agit de /u/ ou /ai/. Les comparaisons multiples *post-hoc* sont présentées dans la Table 3, qui récapitule la différence de durée moyenne estimée entre les quatre groupes de voyelles définis par les facteurs SUFFIXATION et TYPE DE VOYELLE. Les moyennes estimées sont de 204 ms, 96 ms, 250 ms et 179 ms pour /ai/ non suffixé, /u/ non suffixé, /ai/ suffixé et /u/ suffixé, respectivement. Dans la Table 3, on relève que l'allongement moyen estimé de /u/ sous l'effet de la SUFFIXATION (83 ms) est presque deux fois supérieur à celui observé pour /ai/ (46 ms). Non seulement le /ai/ non suffixé est beaucoup plus long que le /u/ non suffixé (108 ms), mais sa durée est également supérieure à celle du /u/ suffixé (25 ms). En termes de pourcentages, la SUFFIXATION provoque un allongement de 23 % pour /ai/ et de 86 % pour /u/.

3.2. Timbre

Les 792 valeurs de timbre ont fait l'objet d'une ANOVA à deux facteurs, sur le même modèle que celle utilisée dans la Section 3.1. On observe un effet significatif du TYPE DE VOYELLE ($F(1, 791) = 1890,12$; $p < 0,001$), de la SUFFIXATION ($F(1, 791) = 30,47$; $p < 0,001$) et une interaction marginalement significative ($F(1, 791) = 5,85$; $p = 0,016$). Les comparaisons *post*

Table 3: Différence de durée moyenne (ms) estimée entre les 4 catégories de voyelles définies par les facteurs SUFFIXATION (NS : non suffixé, S : suffixé) et TYPE DE VOYELLE (/ai/ vs /u/).

	/ai/ NS	/u/ NS	/ai/ S	/u/ S
/ai/ NS	0	108	-46	25
/u/ NS		0	-154	-83
/ai/ S			0	71
/u/ S				0

hoc montrent que le /u/ suffixé n'est pas significativement plus diphtongué que le /u/ non suffixé. En revanche, non seulement les deux types de /ai/ sont plus diphtongués que les /u/, mais /ai/ suffixé présente un degré de diphtongaison plus élevé que /ai/ non suffixé.

3.3. Variation inter-individuelle : durée et timbre

Les deux analyses de la variance présentées *supra* (Section 3.1 et 3.2) offrent une vision globale de la variation de durée et de timbre en fonction de la SUFFIXATION et du TYPE DE VOYELLE. Cependant, comme le montre la Figure 1, la dispersion dans les dimensions de la durée et de la distance dans l'espace MFCC des 4 catégories de voyelles définies par les facteurs SUFFIXATION et TYPE DE VOYELLE présente des chevauchements importants. Il est probable que ce résultat soit en partie imputable à des productions individuelles variables. En d'autres termes, les 12 locuteurs n'emploient pas tous la durée et la variation de timbre de la même manière. Quatre t-tests ont été effectués pour chaque locuteur afin de comparer individuellement la différence de durée et la différence de diphtongaison pour /ai/ suffixé vs /ai/ non suffixé et /u/ suffixé vs /u/ non suffixé. Les résultats sont rapportés dans la Table 4. On y constate que, très vraisemblablement, seule la durée entre en ligne de compte dans la réalisation du contraste /u/ suffixé vs /u/ non suffixé chez tous les locuteurs. Pour ce qui est de l'effet de la suffixation sur /ai/, tous les locuteurs (à l'exception du locuteur *gla06*) semblent réaliser l'opposition au moyen de la durée. Quatre d'entre eux produisent en outre une différence de degré de diphtongaison.

4. Discussion

Dans leur ensemble, les résultats sont en accord avec d'autres descriptions de la *Scottish Vowel Length Rule* [9, 6] : /u/ est affecté par l'ajout du morphème à dentale du passé ; ce phénomène semble se traduire exclusivement par l'allongement de la voyelle, et ceci, chez les 12 locuteurs analysés. En revanche, la suffixation après /ai/ engendre non seulement une augmentation – cependant moindre – de la durée de façon quasi-unanime, mais elle génère également une différence dans le degré de diphtongaison. Ce dernier paramètre ne semble être attesté que chez 4 locuteurs. La modification des voyelles /u/ et /ai/ sous l'effet de l'ajout du morphème du passé se traduit donc principalement

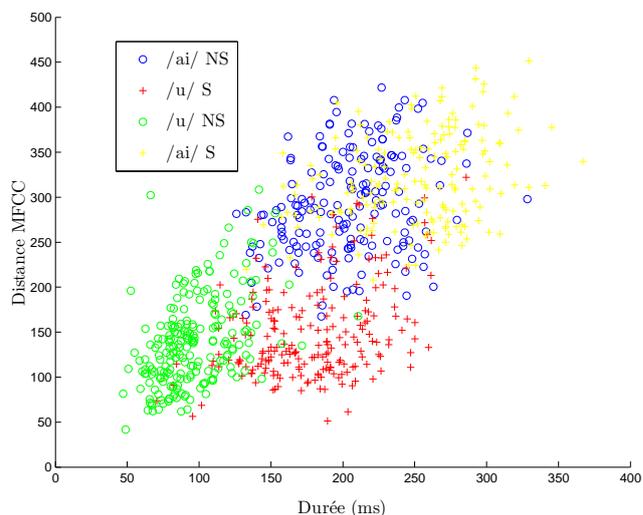


Figure 1: Dispersion des 4 types de voyelles en fonction de la durée et de la distance dans l'espace MFCC.

Table 4: Résultats des t-tests pour chaque individu. 1 : on rejette l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes entre la version suffixée et non suffixée du timbre en question (/u/ ou /ai/) sur le paramètre concerné (durée ou variation de timbre). 0 : on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle. Alpha est fixé à $\alpha = 0,01$.

Sujet	/u/		/ai/	
	durée	timbre	durée	timbre
gla01	1	0	1	0
gla03	1	0	1	1
gla04	1	0	1	1
gla05	1	0	1	1
gla06	1	0	0	0
gla07	1	0	1	0
gla08	1	0	1	0
gla10	1	0	1	0
gla11	1	0	1	0
gla12	1	0	1	1
gla13	1	0	1	0
gla14	1	0	1	0

par un allongement. Cependant, il reste à définir si le paramètre que nous avons utilisé (distance euclidienne dans l'espace MFCC entre première et dernière trame temporelle) représente le degré de diphtongaison de façon adéquate. En effet, cette mesure ne prend en compte que le déplacement (au sens cinématique) et non pas la distance parcourue. Il se pourrait donc que notre mesure sous-estime le degré de diphtongaison. De plus, la distance que nous calculons ne rend pas compte des différences de valeur absolue du timbre au niveau du point de départ de la voyelle et de son point d'arrivée. Or les descriptions antérieures notent des timbres différents selon que /ai/ est suffixé – [ae] – ou pas – [ai] [8]. Il conviendra donc de prendre en compte ces différences dans la suite de nos travaux.

Parmi les autres améliorations possibles, la prise en compte du débit de parole fera l'objet d'une étude ultérieure. Ensuite, l'influence respective de la durée

et de la diptongaison pour le contraste /ai/ suffixé *vs* /ai/ non suffixé devra être déterminée par le biais d'une expérience de perception qui constitue un prolongement nécessaire de l'étude rapportée ici.

La réalisation effective du contraste dérivé dans certains mot-tests totalement obsolètes – e.g. les verbes *bye* et *rye*, d'après la 2^e édition du *Oxford English Dictionary* – nous laisse penser qu'il s'agit d'un phénomène productif chez nos 12 sujets. Ceci implique que le contraste dérivé étudié ici reste disponible pour de nouvelles formations *ad hoc* et, éventuellement, pour une diffusion plus vaste dans le lexique. Toutefois, la productivité étant influencée par la fréquence de type d'un phénomène [1], le faible nombre de paires minimales pour ce contraste pourrait constituer un frein à sa diffusion. Sur un plan méthodologique, notons que l'utilisation de l'apostrophe avant le <d> dans la graphie des stimuli a probablement fortement influencé les sujets en faveur d'un découpage en plusieurs morphèmes. C'est l'explication que nous retenons pour rendre compte du fait que si *rye'd* a engendré la réalisation attendue, *kneed* n'a pas donné lieu à l'allongement escompté.

Comme nous l'avons remarqué dans l'Introduction, les contrastes dérivés ont un statut ambigu en linguistique. Si l'on se fie au test des paires minimales, le contraste que nous étudions ici mériterait le statut de phonème. Il convient cependant de noter que son rendement fonctionnel – qui se résume virtuellement aux paires présentées dans cet article – est très faible, ce qui implique que ce contraste est moins typiquement phonémique que d'autres. Le critère de la prédictibilité – lorsqu'un choix entre deux sons n'est pas déterminé par leur environnement phonétique, ces deux sons sont en contraste phonémique – n'est pas réellement applicable ici puisque, certes, la réalisation du /u/ ou du /ai/ est prévisible, mais seulement à partir de la morphologie. Le critère de la proximité phonétique – deux allophones ont tendance à être proches, deux phonèmes, éloignés – n'est guère applicable, car une telle notion est difficilement quantifiable et probablement erronée. Divers auteurs ont proposé des appellations variées pour faire référence au statut intermédiaire de certaines oppositions, et notamment des contrastes dérivés, rompant ainsi avec le choix binaire de l'analyse classique selon laquelle une différence entre deux sons de parole ne peut être que exclusivement phonémique ou exclusivement allophonique. Qu'il s'agisse de contrastes *quasi-contrastive*, *quasi-allophonic* ou encore de *fuzzy contrasts* (voir [2] pour une liste des dénominations), ces cas-limites de l'analyse phonologique seront testés expérimentalement dans une étude ultérieure dans le cadre de l'Hypothèse de la Phonémicité Gradiente, selon laquelle un statut cognitif intermédiaire existe entre l'allophonie et la phonémicité.

5. Conclusion

Cette étude avait pour but de quantifier la variation de durée induite par l'ajout du morphème du passé /d/ aux voyelles /i/, /u/ et /ai/. Il s'agissait également de quantifier la différence de timbre pour la voyelle /ai/ dans les mêmes conditions. Le contraste

potentiel pour la voyelle /i/ n'a pas pu être élicité, probablement en raison d'un mauvais choix dans la graphie des stimuli. En ce qui concerne /u/, la suffixation génère un allongement moyen de 86 % par rapport à la condition où la voyelle est suivie d'un /d/ appartenant au même morphème. Aucune différence de timbre n'a pu être mise en évidence. Pour ce qui est de /ai/, la suffixation engendre un allongement moyen de 23 % par rapport à la condition mono-morphémique, parfois accompagnée d'une variation de timbre. Ces productions constitueront le matériel de base d'expériences de perception visant à préciser le statut cognitif de ce contraste dérivé.

6. Remerciements

Ce travail est soutenu par une Subvention de Recherche de la Fondation Fyssen. Nous tenons à remercier Jane Stuart-Smith pour son aide lors de la collecte des données.

Références

- [1] J. Bybee. *Phonology and Language Use*. Cambridge University Press, Cambridge, 2001.
- [2] K. Currie Hall. *A Probabilistic Model of Phonological Relationships from Contrast to Allophony*. Ph.D dissertation, Ohio State University, 2009.
- [3] E. Ferragne and F. Pellegrino. Formant frequencies in 13 accents of the British Isles. *Journal of the International Phonetic Association*, sous presse.
- [4] J. Harris. Derived phonological contrasts. In S. Ramsaran, editor, *Studies in the Pronunciation of English : A Commemorative Volume in Honour of A.C. Gimson*, pages 87–105. Routledge, Londres, 1990.
- [5] W. Labov. *Principles of Linguistic Change : Internal Factors*. Blackwell, Cambridge, [Mass.], 1994.
- [6] J.M. Scobbie, N. Hewlett, and A. Turk. Standard English in Edinburgh and Glasgow : The Scottish Vowel Length Rule revealed. In P. Foulkes and G. Docherty, editors, *Urban Voices : Accent Studies in the British Isles*, pages 230–245. Arnold, Londres, 1999.
- [7] J.M. Scobbie and J. Stuart-Smith. Quasi-phonemic contrast and the fuzzy inventory : examples from Scottish English. In P. Avery, B. Dresher, and K. Elan Rice, editors, *Contrast in Phonology Theory, Perception, Acquisition*, pages 87–114. Mouton de Gruyter, Berlin, 2008.
- [8] J. Stuart-Smith. Glasgow : Accent and voice quality. In P. Foulkes and G. Docherty, editors, *Urban Voices : Accent Studies in the British Isles*, pages 203–222. Arnold, Londres, 1999.
- [9] J.C. Wells. *Accents of English : The British Isles*, volume 2. Cambridge University Press, Cambridge, 1982.