

PhD-FLSHASE-2017-17

Faculté des Lettres, des Sciences Humaines,
des Arts et des Sciences de l'Éducation

ED 268 - Langage et langues :
description, théorisation, transmission

THÈSE

Soutenue le 07/07/2017 à Luxembourg
En vue de l'obtention du grade académique de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DU LUXEMBOURG
EN SCIENCES DU LANGAGE

ET

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ SORBONNE NOUVELLE - PARIS 3
EN SCIENCES DU LANGAGE

par

Tina Thill

née le 27 avril 1988 à Luxembourg

UNE ÉTUDE ACOUSTIQUE ET COMPARATIVE SUR LES
VOYELLES DU LUXEMBOURGEOIS

dirigée par
Peter Gilles et Martine Adda-Decker

Jury de thèse :

Dr. Peter Gilles, directeur de thèse

Professeur, Université du Luxembourg

Dr. Martine Adda-Decker, directrice de thèse

Directrice de recherche, CNRS/Université Sorbonne Nouvelle - Paris 3

Dr. Cédric Gendrot

Maître de Conférences, Université Sorbonne Nouvelle - Paris 3

Dr. Jürgen Trouvain, président suppléant

Chercheur, Universität des Saarlandes

Dr. Constanze Weth, présidente

Assistant professeur, Université du Luxembourg

Dr. Rudolph Sock

Professeur, Université de Strasbourg

À mes parents.

Remerciements

En premier lieu, je tiens à remercier mes deux directeurs de thèse, qui m'ont donné la possibilité de travailler sur le sujet qui m'intéressait. Je remercie pour cela mon directeur de thèse de l'Université du Luxembourg, Peter Gilles, et ma directrice de thèse de l'Université Sorbonne Nouvelle - Paris 3, Martine Adda-Decker, de m'avoir fait confiance tout au long de mon parcours et de m'avoir guidée dans ma recherche.

Cette thèse n'aurait pas été possible sans le soutien du Fonds National de la Recherche, qui m'a permis, grâce à des aides financières, de me consacrer pendant quatre ans à mon travail de recherche.

Un grand remerciement va aux membres du Comité d'encadrement de thèse, qui ont été attentifs à mon sujet, disponibles à la moindre question et qui m'ont beaucoup conseillée pour me faire progresser dans mon travail : à côté de mes deux directeurs de thèse Peter et Martine, ces remerciements vont aussi à Jürgen Trouvain et Cédric Gendrot. Je remercie également l'Institut de Langues et de Littératures Luxembourgeoises de l'Université du Luxembourg et le Laboratoire de Phonétique et Phonologie de Paris 3 de m'avoir chaleureusement accueillie au sein de leurs équipes. Merci à Sascha Helsper pour la mise à disposition de la chambre d'enregistrements du centre médiatique de l'Université du Luxembourg lorsque j'ai effectué mes pré-tests. Je remercie aussi Carlos Pereira pour les discussions enrichissantes.

Je n'aurais pas pu faire ce travail sans le soutien d'enseignants de langues. Je remercie en particulier Jeff Baden et Jérôme Lulling, qui m'ont aidée à trouver des personnes pour mes enregistrements. Leur aide et leur disponibilité m'ont été très précieuses. Par la même occasion, je remercie Jeff Baden de m'avoir mis à disposition une salle d'enregistrement à l'Institut National des Langues, ce qui a facilité mon travail. Un grand merci également à tous les participants de mon étude, grâce auxquels j'ai obtenu mes données et mes résultats.

Entre thésards, on se soutient. Je remercie les doctorants de l'institut de Luxembourg et du labo de Paris 3 pour les échanges et les commentaires sur mon travail. Je tiens à remercier particulièrement Jeanin, l'experte des scripts Praat, ainsi que Fränz, Judith et Biagui pour les corrections de chapitres. Une grande étreinte pour Nathalie, avec

qui j'ai passé de bons moments actifs de rédaction.

Enfin, je tiens à remercier ma famille et mes amis pour leur patience et leur soutien. J'embrasse mes parents qui m'ont soutenue à tous moments. Un gros bisou à mon père, qui a corrigé mes fautes d'orthographe. Des bisous à ma sœur Sarah et mon frère Sam. J'embrasse également Angelo pour sa présence et ses encouragements. Merci à mes amis pour toutes leurs remarques encourageantes, dont « Alors, ta thèse, c'est pour quand ? », qui m'ont toujours fait si plaisir. Mon dernier remerciement va à Condor, dont les galopades m'ont aidée à faire abstraction des tensions durant les périodes difficiles et qui m'ont rechargée en énergie et en air frais pour repartir du bon pied (au galop, évidemment !).

Résumé en français

Une étude acoustique et comparative sur les voyelles du luxembourgeois

Cette thèse s'inscrit dans le cadre d'un travail descriptif en phonétique acoustique, avec comme objet d'étude les productions des voyelles du luxembourgeois dans la parole native et non native. L'intérêt est de concilier la variation du luxembourgeois, une langue principalement parlée, composée de nombreuses variétés régionales, évoluant dans un contexte multilingue, et son apprentissage dans le cadre de l'enseignement des langues étrangères au Grand-Duché de Luxembourg. Comme nous partons du fait que l'apprentissage d'une langue implique la connaissance des traits contrastifs des sons, nous nous intéressons aux productions de locuteurs dont la langue maternelle possède des traits différents de ceux du luxembourgeois, comme le français, afin de voir si ces traits sont reproduits dans la parole non native. Les productions vocaliques de locuteurs francophones sont étudiées en comparaison aux productions de locuteurs natifs de la région située autour de la capitale du Grand-Duché de Luxembourg, dont la variété sert de référence à l'enseignement du luxembourgeois en tant que langue étrangère. Le but de l'analyse est :

- d'étendre les descriptions sur les propriétés acoustiques des voyelles produites dans une variété régionale du Grand-Duché de Luxembourg,
- de relever les difficultés de productions de locuteurs francophones qui apprennent le luxembourgeois,
- d'interpréter les résultats dans le cadre de l'enseignement du luxembourgeois en tant que langue étrangère.

Une partie importante du travail empirique a été consacrée à la collecte des données et la création d'un corpus obtenu à travers des enregistrements de 10 locuteurs luxembourghophones et de 10 locuteurs francophones. Le corpus de compose de 12h30 de parole lue et spontanée, incluant de la parole native et non native du luxembourgeois, ainsi que de la parole native du français. Ce corpus constitue un premier corpus sur la parole native et non native du luxembourgeois et permet de faire divers analyses comparatives. Dans notre étude, nous avons fait des analyses acoustiques sur les données de la parole lue. La méthodologie utilisée a permis d'effectuer des comparaisons entre les données de la parole native et non native du luxembourgeois ainsi qu'entre les données de la L1 et la L2 des francophones.

Les résultats ont apporté des informations tant sur les productions natives que sur les productions non natives des voyelles. Ils ont montré que, d'un côté, les productions vocaliques varient en fonction des locuteurs, même si ceux-ci parlent la même variété régionale et, d'un autre côté, les locuteurs francophones apprenant le luxembourgeois en niveau B1/B2 ont des difficultés à produire les contrastes en luxembourgeois, à

savoir :

1. la durée des voyelles longues [i:], [e:], [a:], [o:], [u:] et brèves [i], [e], [a], [ɔ], [u],
2. le timbre de la voyelle longue [a:] et des voyelles brèves [æ] et [ɑ],
3. le timbre du début des diphongues [æi], [æu], [ai], [au].

Ces résultats, ainsi que les descriptions approfondies sur les voyelles dans la parole native, enrichissent non seulement les connaissances sur le luxembourgeois, mais aussi sur la variété servant de référence au luxembourgeois en tant que langue étrangère. En outre, ils ouvrent des perspectives d'étude sur le luxembourgeois en problématisant l'instauration de règles pour ce type d'enseignement, malgré l'absence d'un enseignement suivi de la langue dans les écoles et l'évolution des variétés régionales sur un territoire géographique concentré.

MOTS-CLÉS : phonétique acoustique, voyelles, luxembourgeois, parole native et non native, locuteurs francophones

Abstract in English

An acoustic and comparative study of Luxembourgish vowels

This thesis is part of a descriptive work in acoustic phonetics, with the aim of studying the productions of Luxembourgish vowels in native and non-native speech. Its objective is to conciliate the variation of Luxembourgish, mainly a spoken language, composed of many regional varieties, evolving in a multilingual context, and the learning of Luxembourgish as a foreign language in the Grand-Duchy of Luxembourg. As we assume the fact that language learning implies knowledge of sound contrast in speech, we investigate the productions of speakers whose mother tongues have different features than Luxembourgish, such as French, to see whether if the contrast are reproduced in non-native speech. Productions of French speakers are compared to those of native speakers from the region around the capital city of the Grand-Duchy of Luxembourg, whose variety serves as a reference to the teaching of Luxembourgish as a foreign language. The purpose of the study is the following :

- to extend the descriptions on the acoustic properties of vowels produced in a regional variety of the Grand-Duchy of Luxembourg,
- to highlight the specific difficulties of productions by French learners of Luxembourgish,
- to interpret the results regarding the teaching of Luxembourgish as a foreign language.

Fieldwork and the creation of a corpus through recordings of 10 Luxembourg speakers and 10 French speakers are an important part of the empirical work. We obtained a corpus of 12 hours and a half of spoken and spontaneous speech, including native speech and not native of Luxembourgish and also native speech of French. This corpus represents a first corpus containing native and non-native speech of Luxembourgish and enables to conduct different comparative studies. In our thesis, we did comparative analyses of the data in read speech. The methodology we used made it possible to compare data of native and non-native speech and also data of the L1 and L2 of French speakers.

The results gave information about native and non-native productions of vowels. They showed that, on the one hand, vowel productions vary among speakers, even if these speak the same regional variety and, on the other hand, French speakers who learn Luxembourgish at B1/B2 level have difficulties producing contrasts in Luxembourgish. This concerns :

1. the quantity of the long vowels [i:], [e:], [a:], [o:], [u:] and short vowels [i], [e], [a], [ɔ], [u],
2. the quality of the long vowel [a:] and the two short vowels [æ] et [ɑ],
3. the quality of the beginning of the diphthongs [æi], [æu], [ai], [au].

These results as well as thorough descriptions of the vowels in native speech, extend knowledge not only of Luxembourgish, but also of the variety which serves as the reference for Luxembourgish as a foreign language. In addition, they open up prospects for studying Luxembourgish by problematizing the introduction of rules for this type of education, despite the absence of language instruction in schools and the evolution of regional varieties in a concentrated geographical area.

KEYWORDS : acoustic phonetics, vowels, Luxembourgish, native and non-native speech, French speakers

Resumé op Lëtzebuergesch

Eng akustesch a komparativ Studie vu Lëtzebuergesch Vokaler

Dës Dokterarbecht ass eng Aarbecht an der akustescher Phonetik an huet als Zil, d'Produktioune vu lëtzebuergesch Vokaler an der nativer an net nativer Aussprooch ze analyséieren. Lëtzebuergesch ass eng Sprooch, déi haapsächlech geschwat gëtt, aus villen regionale Variante besteet an an engem multilinguale Kontext evoluéiert, woubäi d'Sprooch a Kontakt mam Franséischen a mam Däitschen ass. D'Haaptzil

vun der Studie ass, d'Variatioun am nativem Lëtzebuergeschen an d'Léiere vum Lëtzebuergeschen als Friemsprooch am Grand-Duché ze verbannen. Well mir dovunner ausginn, dass d'Léiere vun enger Sprooch e Wëssen vu kontrastiv Mierkmoler vun de Lauter abënnt, ènnersiche mir d'Produktioune vu Spriecher, deen hir Mammesproochen aner Mierkmoler hunn wéi Lëtzebuergesch, wéi et de Fall fir d'Franséischt ass, fir ze kucken, op déi Kontraster an der net nativer Sprooch gebilt ginn. Deemno ginn d'Produktioune vu franséische Spriecher am Verglach zu Produktioune vun native Spriecher, déi aus der Regioun ëm d'Haaptstad vum Grand-Duché kommen, ènnersicht. Déi geschwaten Varietéit aus dëser Regioun gëllt nämlech och als d'Referenz fir d'Lëtzebuergesch als Friemsprooch. Den Zweck vun der Analyse ass :

- d'Beschreibunge vun den akustesche Mierkmoler vun de Vokalen aus enger Regionalvarietéit vum Grand-Duché ze erweideren,
- d'Schwierigkeete vun de Produktioune vu franséische Spriecher, déi Lëtzebuergesch léieren, ervirzehieren,
- d'Resultater mam Abléck op den Enseignement vum Lëtzebuergeschen als Friemsprooch ze interpretéieren.

E wichtegen Deel vun der Empirie befasst sech mat der Datenerhiewung an den Opbau vun engem Korpus vun 12 an hallef Stonnen, deen duerch Opname vun 10 lëtzebuergesch Mammesproochler an 10 franséisch Mammesproochler opgestallt ginn ass. De Korpus besteht aus geliesen a spontaner Sprooch, woubäi en Deel aus nativ an net nativem Lëtzebuergeschen, en aneren aus nativem Franséischen besteht. Dëse Korpus representéiert en éischte Korpus mat nativer an net nativer Aussprooch vum Lëtzebuergeschen an erlaabt, verschidde komparativ Studien ze maachen. An eiser Thees hu mir akustesch Analysë vun Donnéeë an der geliesener Sprooch duerchgefouert. D'Methodologie déi mer ugewart hunn erlaabt, e Verglach tëschent nativer an net nativer Sprooch, awer och tëschent Mammesprooch a Friemsprooch vun de franséische Spriecher ze maachen.

D'Resultater ginn Informatiounen iwwert d'nativ an net nativ Produktioune vun de Vokaler. Si hu gewisen, dass, engersäits, d'nativ Produktioune vun de Vokaler ènner de Spriecher variéieren, och wann déi déi selwecht regional Varietéit schwätzen an, anersäits, franséisch Mammesproochler, déi Lëtzebuergesch am B1/B2 Niveau léieren, Schwierigkeiten hunn, d'Kontraster am Lëtzebuergeschen ze produzéieren, an zwar :

1. d'Dauer vu laang Vokaler [i:], [e:], [a:], [o:], [u:] a kuerz Vokaler [i], [e], [a], [ɔ], [u],
2. d'Qualitéit vum laange Vokal [a:] a vun den zwee kuerze Vokaler [æ] an [ɑ],
3. d'Qualitéit vum Ufank vun den Diphthongen [æi], [æu], [ai], [au].

Dës Resultater, wéi och verdéiwend Beschreibunge vun de Vokaler an der nativer Aussprooch, erweideren net némmen d'Wësse vum Lëtzebuergeschen, awer och vun der Varietéit déi als Referenz fir den Enseignement vum Lëtzebuergeschen als Friemsprooch ugesi gëtt. Weiderhin proposéieren d'Resultater Perspektiven an der Recherche vum Lëtzebuergeschen, andeems se och d'Benotze vu Reegelen am Kader vun dësem Enseignement problematiséieren, och wann d'Sprooch net an der Schoul enseignéiert gëtt a vill regional Varietéiten sech an engem konzentréierte, geographesch Gebitt weiderentwéckelen.

STÉCHWIERDER : akustesch Phonetik, Vokaler, Lëtzebuergesch, nativ an net nativ Aussprooch, franséisch Mammesproochler

Table des matières

Remerciements	iii
Résumé en français	v
Abstract in English	vi
Resumé op Lëtzebuergesch	vii
Liste des tableaux	xviii
Liste des figures	xxv
Liste des symboles et des abréviations	xxvii
1 Introduction	1
2 Le luxembourgeois en pratique dans la société luxembourgophone	7
2.1 Le contexte du luxembourgeois	7
2.2 Le luxembourgeois en tant que langue maternelle	10
2.3 Le luxembourgeois en tant que langue étrangère	12
3 La variabilité de la parole	17
3.1 La variation des voyelles	17
3.1.1 La définition de la variabilité dans la langue	18
3.1.2 La manifestation de la variation	18

3.1.3	Les facteurs de variation	21
3.2	La variation lors de l'apprentissage d'une langue étrangère	23
3.2.1	La notion d'interférence	23
3.2.2	L'acquisition des sons	24
3.2.3	Les facteurs d'influence	26
3.3	L'apprentissage d'une langue étrangère par des francophones	28
4	Les études sur les voyelles en phonétique acoustique	31
4.1	Les propriétés acoustiques des voyelles	31
4.1.1	Le conduit vocal humain	33
4.1.2	Les formants	35
4.1.3	La durée	36
4.2	Les voyelles du luxembourgeois et du français	37
4.2.1	Le luxembourgeois	37
4.2.2	Le français	40
4.2.3	Les études comparatives	42
4.3	L'inventaire vocalique de référence pour l'étude du luxembourgeois .	44
4.3.1	Les voyelles longues et brèves	46
4.3.2	Les voyelles acoustiquement proches	47
4.3.3	Les diphongues et les voyelles diphonguées	48
5	Les objets de l'étude et le corpus	53
5.1	Les objets de l'étude	54
5.1.1	Les questions et hypothèses sur la parole native	54
5.1.2	Les questions et hypothèses sur la parole non native	59

5.1.3	La nécessité d'un corpus pour le luxembourgeois	60
5.2	La collecte des données	63
5.2.1	Le matériel	63
5.2.2	Les participants	66
5.2.3	Le déroulement des enregistrements	69
5.3	L'obtention des données	70
5.3.1	La segmentation, la transcription et l'extraction	71
5.3.2	L'alignement automatique de la parole spontanée	73
5.3.2.1	La définition de l'alignement automatique	73
5.3.2.2	La reconnaissance automatique des variantes de prononciation	74
5.3.2.3	Les études linguistiques du luxembourgeois à partir de grands corpus et d'alignement automatique	75
5.3.3	La description du corpus	76
6	Les productions des voyelles dans la parole native	83
6.1	Les voyelles longues et brèves	84
6.2	Les voyelles ouvertes	99
6.3	Les voyelles centrales	104
6.4	Les diphthongues	109
6.5	La voyelle antérieure semi-ouverte	118
6.6	Le résumé et la discussion des analyses	123
7	Les productions des voyelles dans la parole non native	131
7.1	Les erreurs de prononciation	132
7.2	Les voyelles longues et brèves	135
7.3	Les voyelles ouvertes	144
7.4	Les diphthongues	156

7.5 Le résumé et la discussion des analyses	163
8 Les perspectives d'études du luxembourgeois	167
8.1 La phonétique du luxembourgeois	167
8.2 L'apprentissage des voyelles par des locuteurs francophones	170
8.3 L'enseignement du luxembourgeois en tant que langue étrangère	172
9 Conclusion	175
Bibliographie.	179
10 Annexes	195
10.1 Le matériel de lecture	195
10.2 Les moyennes	200
10.3 Les valeurs de la distribution des voyelles en fonction de la durée . . .	203
10.4 Les valeurs des tests t	205
10.5 Les erreurs de prononciation des locuteurs francophones	214

Liste des tableaux

4.1	Les voyelles du luxembourgeois, basées sur l'inventaire de Gilles & Trouvain (2013).	45
5.1	Le nombre d'occurrences par voyelle contenues dans les mots lexicaux (MD = mots divers, PM = mots de la liste des paires minimales.)	64
5.2	Les participants natifs.	68
5.3	Les participants francophones.	69
6.1	La significativité des tests t comparant les moyennes de F1, F2 et F3 des voyelles contrastives longues et brèves dans les registres MOTS et TEXT. La différence entre les femmes et les hommes est désignée par des cases turquoises.	94
6.2	La significativité des tests t comparant les moyennes des distances euclidiennes des cinq paires de voyelles contrastives longues et brèves produites par les femmes et les hommes dans les registres MOTS et TEXT. Ce tableau indique la significativité en fonction de deux facteurs : le nombre de formants pris en compte dans le calcul de la distance euclidienne et le registre de parole. La différence entre les femmes et les hommes est désignée par des cases turquoises.	95
6.3	La significativité des tests t comparant les durées moyennes des voyelles contrastives longues et brèves des registres MOTS et TEXT.	97
6.4	Le rapport entre les durées moyennes des voyelles longues et brèves de chaque locuteur natif pour le registre MOTS.	99
6.5	La significativité des tests t comparant les moyennes de F1, F2 et F3 pour la paire [a:]-[æ] dans les registres MOTS et TEXT. Nous ne constatons pas de différence entre les femmes et les hommes.	103

6.6 Le degré de significativité des résultats des tests t appliqués à F1, F2 et F3 pour la paire [ë]-[ə] des registres MOTS et TEXT. La différence entre les femmes et les hommes est désignée par des cases turquoises.	108
6.7 La significativité des tests t comparant les durées moyennes des diph-tongues contenant un schwa et des diphongues commençant par une voyelle ouverte produites par les locuteurs natifs dans les registre MOTS et TEXT.	116
7.1 La significativité des tests t comparant la durée des voyelles contrastives longues et brèves dans les parties LE et AR.	137
7.2 Le rapport entre les durées moyennes des voyelles longues et celles des voyelles brèves de chaque locuteur francophone pour les parties LE et AR.	139
10.1 Les moyennes et écart-types de F1, F2, F3 et de la durée des monoph-tongues périphériques produites dans le registre MOTS par les locuteurs natifs.	201
10.2 Les moyennes et écart-types de F1, F2, F3 et de la durée des monoph-tongues périphériques produites dans le registre TEXT par les locuteurs natifs.	202
10.3 Les moyennes et écart-types de F1, F2, F3 et de la durée des monoph-tongues centrales produites dans les registres MOTS et TEXT par les locuteurs natifs.	203
10.4 Les valeurs de la distribution des voyelles en fonction de la durée (ms) produites dans les registres MOTS et TEXT par les locuteurs natifs. Ce tableau illustre les durées moyennes (\bar{x}), les valeurs de la médiane (Md) ainsi que les valeurs des premier (Q1) et troisième (Q3) quartiles, qui délimitent 50% des effectifs de chaque distribution.	204
10.5 Les valeurs de la distribution des voyelles en fonction de la durée (ms) produites dans les registres MOTS et TEXT par les locuteurs francophones. Ce tableau illustre les durées moyennes (\bar{x}), les valeurs de la médiane (Md) ainsi que les valeurs des premier (Q1) et troisième (Q3) quartiles, qui délimitent 50% des effectifs de chaque distribution.	205
10.6 Les tests t indépendants comparant les moyennes de F1, F2 et F3 (Hz) des voyelles contrastives longues et brèves du registre MOTS pour les femmes et les hommes natifs.	206

10.7 Les tests t indépendants comparant les moyennes de F1, F2 et F3 (Hz) des voyelles contrastives longues et brèves du registre TEXT pour les femmes et les hommes natifs.	207
10.8 Les tests t indépendants comparant les durées moyennes (ms) des voyelles contrastives longues et brèves des registres MOTS et TEXT.	207
10.9 Les tests t indépendants comparant les moyennes des distances euclidiennes en fonction de F1 et F2 et en fonction de F1, F2 et F3 (Bark) pour les paires de voyelles contrastives longues et brèves produites par les femmes et les hommes natifs dans les registres MOTS et TEXT.	208
10.10 Les tests t indépendants comparant les moyennes des distances euclidiennes en fonction de F1 et F2 des registres MOTS et TEXT ainsi que les moyennes des distances euclidiennes en fonction de F1, F2 et F3 (Bark) des registres MOTS et TEXT pour les paires de voyelles contrastives longues et brèves produites par les femmes et les hommes natifs.	209
10.11 Les tests t indépendants comparant les moyennes de F1, F2 et F3 (Hz) de la paire [a:]-[æ] du registre MOTS pour les femmes et les hommes natifs.	210
10.12 Les tests t indépendants comparant les moyennes de F1, F2 et F3 (Hz) de la paire [a:]-[æ] du registre TEXT pour les femmes et les hommes natifs.	210
10.13 Les tests t indépendants comparant les durées moyennes de la durée (ms) des voyelles [a:] et [æ] des registres MOTS et TEXT pour les locuteurs natifs.	210
10.14 Les tests t indépendants comparant les moyennes de F1, F2 et F3 (Hz) des voyelles centrales [ë] et [ø] du registre MOTS pour les femmes et les hommes natifs.	210
10.15 Les tests t indépendants comparant les moyennes de F1, F2 et F3 (Hz) des voyelles centrales [ë] et [ø] du registre TEXT pour les femmes et les hommes natifs.	211
10.16 Les tests t indépendants comparant les durées moyennes (ms) des voyelles centrales [ë] et [ø] produites des registres MOTS et TEXT pour locuteurs natifs.	211
10.17 Les tests T indépendants comparant les durées moyennes (ms) des diphongues contenant un schwa des registres MOTS et TEXT pour les locuteurs natifs.	211

10.18Les tests t indépendants comparant les durées moyennes (ms) des diph-tongues commençant par une voyelle ouverte des registres MOTS et TEXT pour les locuteurs natifs.	212
10.19Les tests t indépendants comparant les durées moyennes (ms) des diph-tongues contenant un schwa et les diphongues commençant par une voyelle ouverte des registres MOTS et TEXT pour les locuteurs natifs.	212
10.20Les tests t indépendants comparant les durées moyennes (ms) de [ɛ:] produites des phrases à trous aux moyennes des voyelles longues et des diphongues du registre TEXT pour les locuteurs natifs.	213
10.21Les tests t indépendants comparant les durées moyennes (ms) des voyelles contrastives longues et brèves des parties LE et AR pour les locuteurs francophones.	214
10.22Les tests t indépendants comparant les durées moyennes (ms) des voyelles [a:] et [æ] des parties LE et AR pour les locuteurs francophones.	214
10.23La liste des mots produits et les erreurs de prononciation faites par les locuteurs francophones dans la partie LE. La dernière ligne indique le nombre total d'erreurs par locuteur.	215
10.24La liste des mots produits et les erreurs de prononciation faites par les locuteurs francophones dans la partie AR. La dernière ligne indique le nombre total d'erreurs par locuteur.	216

Table des figures

1.1	Les quatre étapes illustrant de la thèse.	4
2.1	Deux exemples de cartes illustrant les variantes de <i>schwaarz</i> « noir » et <i>Nuecht</i> « nuit » (Bruch, 1963).	9
2.2	Les quatre régions linguistiques et l'étendue géographique des parlers régionaux du luxembourgeois (Gilles, 1998).	9
3.1	Les voyelles de l'ALPHABET PHONÉTIQUE INTERNATIONAL (2005). . .	19
3.2	La centralisation et la périphérialisation d'une voyelle sur le triangle vocalique.	20
4.1	La visualisation sur le logiciel Praat (Boersma & Weenink, 2014) d'un signal acoustique, d'un spectrogramme à bande large et de la transcription de l'énoncé en luxembourgeois <i>fir d'Wuert kënnen ze liesen</i> « pour pouvoir lire le mot » produit par un locuteur natif de la région centrale du Grand-Duché de Luxembourg.	32
4.2	La visualisation sur le logiciel Praat (Boersma & Weenink, 2014) d'un signal acoustique, d'un spectrogramme à bande étroite et de la transcription de l'énoncé en luxembourgeois <i>ech hunn an d'Däitscht iwersat</i> « j'ai traduit en allemand » produit par une locutrice native de la région centrale du Grand-Duché de Luxembourg.	33
4.3	Le conduit vocal humain.	34
4.4	Les triangles vocaliques du luxembourgeois dans deux études phonétiques.	40
4.5	Le triangle vocalique et les paires minimales du français (Fougeron & Smith, 1999).	41

4.6	La superposition des triangles vocaliques du luxembourgeois de Keiser-Besch (1976) et du français de Straka (1965), d'après Carion (1994).	43
4.7	Le schéma des diphongues du luxembourgeois selon Gilles & Trouvain (2013).	51
5.1	Le spectrogramme des monophtongues périphériques prononcées dans les mots <i>wiiss</i> [vi:s] « grandis », <i>Wiss</i> [vis] « pré », <i>Scheek</i> [ʃe:k] « étui », <i>schéck</i> [ʃek] « envoie », <i>Päerd</i> [pe:bt] « cheval », <i>Gäsch</i> [gæ:ʃt] « invités », <i>hat</i> [ha:t] « avais », <i>hatt</i> [hat] « elle », <i>Mooss</i> [mo:s] « mousse », <i>Moss</i> [mɔ:s] « nana », <i>Muussen</i> [mu:sən] « petits chats » et <i>mussen</i> [musən] « devoir » en contexte isolé par un locuteur natif de la région centrale du Grand-Duché de Luxembourg.	55
5.2	Le spectrogramme des monophtongues centrales prononcées dans les mots <i>Këschten</i> ['këʃtən] « boîtes » et <i>Kueder</i> ['kuədə] en contexte isolé par un locuteur natif de la région centrale du Grand-Duché de Luxembourg.	55
5.3	Le spectrogramme des diphongues prononcées dans les mots <i>Hief</i> [hi:f] « levure », <i>Héiss</i> [høis] « jarret », <i>Hues</i> [huəs] « lièvre », <i>Houf</i> [høuf] « callosité », <i>Häip</i> [hæip] « cabane », <i>Fauscht</i> [fæuʃt] « poing », <i>Hait</i> [hait] « peaux », <i>Paus</i> [paus] « pause » en contexte isolé par un locuteur natif de la région centrale du Grand-Duché de Luxembourg.	56
5.4	Le classement des voyelles dans l'inventaire phonétique du luxembourgeois.	56
5.5	Les trois registres de parole inclus dans le corpus pour le luxembourgeois.	62
5.6	La structure du matériel de parole.	66
5.7	La carte du Grand-Duché de Luxembourg avec les indications des communes des participants natifs. Cette carte a été obtenue sur le site de Dalet (2007-2016). Les noms des pays et des communes ont été ajoutés manuellement.	68
5.8	La carte de la France avec les indications des villes des participants francophones. Cette carte a été obtenue sur le site de Dalet (2007-2016). Les noms des pays et des villes ont été ajoutés manuellement.	69
5.9	Le fonctionnement d'un aligneur automatique.	74
5.10	Le nombre de voyelles extraites pour l'analyse acoustique du registre MOTS, c'est-à-dire le registre qui inclut la lecture des mots en contexte isolé par les locuteurs natifs.	78

5.11 Le nombre de voyelles extraites pour l'analyse acoustique du registre TEXT, c'est-à-dire le registre qui inclut les textes lus par les locuteurs natifs	79
5.12 La distribution des diphongues [æu] et [au] dans le mot <i>Haus</i> « maison ».	80
5.13 Le nombre de voyelles extraites pour l'analyse acoustique de la partie LE, c'est-à-dire la partie qui inclut la lecture des mots et des phrases par les locuteurs francophones.	81
5.14 Le nombre de voyelles extraites pour l'analyse acoustique de la partie AR, c'est-à-dire la partie qui inclut la répétition (lue) après écoute des mots et des phrases par les locuteurs francophones.	81
5.15 Le nombre de voyelles extraites pour l'analyse acoustique du registre FRAN, c'est-à-dire le registre qui inclut la lecture des mots français en contexte isolé par les locuteurs francophones.	82
6.1 La dispersion de 499 voyelles longues et brèves produites par les locuteurs natifs dans le registre MOTS.	86
6.2 La dispersion de 2540 voyelles longues et brèves produites par les locuteurs natifs dans le registre TEXT.	87
6.3 Les moyennes de F1 et F2 des voyelles longues et brèves contrastives produites par cinq femmes dans le registre MOTS. Les voyelles sont représentées en fonction de leurs moyennes.	88
6.4 Les moyennes de F1 et F2 des voyelles longues et brèves contrastives produites par cinq hommes dans le registre MOTS. Les voyelles sont représentées en fonction de leurs moyennes.	89
6.5 Les distances euclidiennes calculées à partir des moyennes de F1 et F2 (Bark) pour les paires de voyelles contrastives longues et brèves produites par les locuteurs natifs dans les registres MOTS et TEXT. Les distances sont représentées avec leurs erreurs types.	92
6.6 La distribution en fonction de la durée (ms) de 499 occurrences (registre MOTS) et 2540 occurrences (registre TEXT) des voyelles longues et brèves représentées sous forme de boîtes à moustaches sur une échelle logarithmique de 10.	96
6.7 La dispersion de 203 voyelles ouvertes produites par les locuteurs natifs dans le registre MOTS.	101

6.8 La dispersion de 1338 voyelles ouvertes produites par les locuteurs natifs dans le registre TEXT.	102
6.9 Les distances euclidiennes calculées à partir des moyennes de F1 et F2 (Bark) pour les voyelles ouvertes produites par les locuteurs natifs dans les registres MOTS et TEXT. Les distances sont représentées avec leurs erreurs types.	103
6.10 La dispersion de 54 voyelles centrales produites par les locuteurs natifs dans le registre MOTS.	106
6.11 La dispersion de 1811 voyelles centrales produites par les locuteurs natifs dans le registre TEXT.	107
6.12 Les mouvements dynamiques en fonction de F1 et F2 illustrés à partir de cinq mesures pour les diphtongues [iə], [əi], [uə], [əu] produites par les femmes natives dans le registre MOTS. La cinquième mesure est représentée par une flèche indiquant la direction du mouvement. . . .	111
6.13 Les mouvements dynamiques en fonction de F1 et F2 illustrés à partir de cinq mesures pour les diphtongues [iə], [əi], [uə], [əu] produites par les hommes natifs dans le registre MOTS. La cinquième mesure est représentée par une flèche indiquant la direction du mouvement. . . .	112
6.14 Les mouvements dynamiques en fonction de F1 et F2 illustrés à partir de cinq mesures pour les diphtongues [æi], [æu], [ai], [au] produites par les femmes natives dans le registre MOTS. La cinquième mesure est représentée par une flèche indiquant la direction du mouvement. . . .	113
6.15 Les mouvements dynamiques en fonction de F1 et F2 illustrés à partir de cinq mesures pour les diphtongues [æi], [æu], [ai], [au] produites par les hommes natifs dans le registre MOTS. La cinquième mesure est représentée par une flèche indiquant la direction du mouvement. . . .	114
6.16 Les durées moyennes des monophthongues et des diphtongues produites par les locuteurs natifs dans les registres MOTS et TEXT.	117
6.17 Le mouvement dynamique en fonction de F1 et F2 illustré à partir de cinq mesures pour [ɛ:] produite par les femmes natives dans les phrases à trous. La cinquième mesure est représentée par une flèche indiquant la direction du mouvement.	119

6.18 Le mouvement dynamique en fonction de F1 et F2 illustré à partir de cinq mesures pour [ɛ:] produite par les hommes natifs dans les phrases à trous. La cinquième mesure est représentée par une flèche indiquant la direction du mouvement.	120
6.19 La production de [ɛ:] dans les mots <i>Päerd</i> « cheval » et <i>Wäert</i> « valeur » et de [a:] dans le mot <i>Gaart</i> « jardin » par les locuteurs natifs dans les phrases à trous.	121
6.20 Les moyennes de F1, F2 et F3 des monophtongues périphériques (registre MOTS) du luxembourgeois pour les femmes et les hommes natifs.	125
6.21 Les moyennes de F1, F2 et F3 des monophtongues périphériques (registre TEXT) du luxembourgeois pour les femmes et les hommes natifs.	126
6.22 Le schéma phonologique des diphthongues d'après Gilles & Trouvain (2013) ainsi que les moyennes des diphthongues produites dans les registres MOTS et TEXT par les femmes et les hommes natifs.	128
7.1 La répartition des erreurs de prononciation des voyelles dans les parties LE et AR faites par les locuteurs francophones en fonction des quatre types (M = monophtongue, D = diphthongue).	133
7.2 La distribution des valeurs de la durée (ms) de 480 (LE) et 482 (AR) voyelles longues et brèves représentées sous forme de boîtes à moustaches sur une échelle logarithmique de 10.	136
7.3 Les durées moyennes (ms) des voyelles longues et brèves produites dans les parties LE et AR par les locuteurs francophones.	138
7.4 La durée (%) des voyelles longues dans les mots <i>Kiischten</i> « cerises », <i>Keesen</i> « caisses », <i>Kaben</i> « casquettes », <i>Hoken</i> « hic », <i>Kuuschten</i> « croûtes de pain » et des voyelles brèves dans les mots <i>ticketen</i> « faire tic-tac », <i>flécken</i> « réparer », <i>kaschten</i> « coûter », <i>Zocker</i> « sucre » et <i>kucken</i> « regarder » du registre MOTS et de la partie LE. Les graphiques représentent le pourcentage moyen pour les voyelles des locuteurs natifs (PN) et les pourcentages pour les voyelles de chaque locuteur francophone (PF1-PF10).	141

7.5 La durée (%) des voyelles longues dans les mots <i>Kiischten</i> « cerises », <i>Keesen</i> « caisses », <i>Kaben</i> « casquettes », <i>Hoken</i> « hic », <i>Kuuschten</i> « croûtes de pain » et des voyelles brèves dans les mots <i>ticket</i> « faire tic-tac », <i>flécken</i> « réparer », <i>kaschten</i> « coûter », <i>Zocker</i> « sucre » et <i>kucken</i> « regarder » du registre MOTS et de la partie AR. Les graphiques représentent le pourcentage moyen pour les voyelles des locuteurs natifs (PN) et les pourcentages pour les voyelles de chaque locuteur francophone (PF1-PF10).	142
7.6 La dispersion de 189 voyelles ouvertes produites dans les mots de la partie LE par les locuteurs francophones.	146
7.7 La dispersion de 189 voyelles ouvertes produites dans les mots de la partie AR par les locuteurs francophones.	147
7.8 Les distances euclidiennes calculées à partir des moyennes de F1 et F2 (Bark) pour les paires contrastives [a:]-[æ] et [a:]-[ɑ] des parties LE et AR. Les distances sont représentées avec leurs erreurs types.	148
7.9 Les moyennes de F1 et F2 (Bark) des voyelles ouvertes produites par les locuteurs natifs (PN) dans le registre MOTS et les locuteurs francophones (PF1-PF10) dans la partie LE.	150
7.10 Les moyennes de F1 et F2 (Bark) des voyelles ouvertes produites par les locuteurs natifs (PN) dans le registre MOTS et les locuteurs francophones (PF1-PF10) dans la partie AR.	151
7.11 La comparaison entre la voyelle [ɛ] (<i>pêche</i>) et [æ] (<i>Heck</i> « haie », <i>Täsch</i> « poche ») ainsi qu'entre la voyelle [ɑ] (<i>cape</i>) et [ɑ] (<i>Haff</i> « cour », <i>Kach</i> « cuisinier »). Les voyelles sont représentées en fonction des moyennes de F1 et F2 (Bark) et des mots dans lesquels elles ont été produites par les femmes (gris foncé) et les hommes (turquoise) francophones. Les exemples français sont encadrés sur fond blanc.	153
7.12 Les durées moyennes des voyelles ouvertes des parties LE et AR produites par les locuteurs francophones.	155
7.13 Le schéma illustrant l'hypothèse selon laquelle les locuteurs francophones produisent le timbre ouvert des diphongues [æi], [æu], [ai], [au] avec le timbre d'une voyelle ouverte centrale.	156

7.14 Les mouvements dynamiques en fonction de F1 et F2 illustrés à partir de cinq mesures pour les diphtongues [æi], [æu], [ai], [au] produites par les femmes francophones dans la partie LE. La cinquième mesure est représentée par une flèche indiquant la direction du mouvement.	158
7.15 Les mouvements dynamiques en fonction de F1 et F2 illustrés à partir de cinq mesures pour les diphtongues [æi], [æu], [ai], [au] produites par les hommes francophones dans la partie LE. La cinquième mesure est représentée par une flèche indiquant la direction du mouvement.	159
7.16 Les mouvements dynamiques en fonction de F1 et F2 (Bark) des diphtongues [æi], [æu], [ai] et [au] dans les mots <i>päifen</i> « siffler », <i>saufen</i> « boire », <i>weisen</i> « montrer » et <i>Pausen</i> « pauses » représentés sous forme de moyennes pour les locuteurs natifs (registre MOTS) et francophones (partie LE).	161
7.17 Les mouvements dynamiques en fonction de F1 et F2 (Bark) des diphtongues [æi], [æu], [ai] et [au] dans les mots <i>päifen</i> « siffler », <i>saufen</i> « boire », <i>weisen</i> « montrer » et <i>Pausen</i> « pauses » représentés sous forme de moyennes pour les locuteurs natifs (registre MOTS) et francophones (partie AR).	162
9.1 Les quatre étapes de la thèse.	176
10.1 Les phrases à trous pour l'enregistrement des participants natifs.	197
10.2 Les phrases contenant les paires minimales enregistrées pour la partie LECTURE et AUDIO-RÉPÉTITION.	200

Liste des symboles et des abréviations

'	Accent sur la syllabe qui suit
/ /	Transcription phonologique
[]	Transcription phonétique
\bar{x}	Moyenne
AR	Partie AUDIO-RÉPÉTITION
dB	DeciBel
dl	Degré de liberté
f_0	Fréquence fondamentale
F1	Premier formant
F2	Deuxième formant
F3	Troisième formant
FRAN	Registre des mots français lus en contexte isolé
Hz	Hertz
L1	Langue maternelle
L2	Langue étrangère
LE	Partie LECTURE
LLE	Luxembourgeois en tant que langue étrangère
MOTS	Registre des mots luxembourgeois lus en contexte isolé
Md	Médiane
ms	Millisecondes
PAM	Perceptual Assimilation Model
SLM	Speech Learning Model
SRA	Système de reconnaissance automatique
TEXT	Registre des textes en luxembourgeois lus

Chapitre 1

Introduction

Parmi les langues évoluant dans un contexte de variation important, le luxembourgeois (*Lëtzebuergesch*) se démarque particulièrement à travers son état et sa fonction dans la société. En tant que langue nationale du Grand-Duché de Luxembourg, le luxembourgeois représente une part essentielle de l'identité des Luxembourgeois et joue un rôle important dans le marché économique. L'importance donnée à la langue a par conséquent un impact sur le plan linguistique du pays. La promotion politique du luxembourgeois favorise l'utilisation de la langue dans la société luxembourgoophone, notamment par des locuteurs étrangers. La dépendance linguistique du marché économique du Grand-Duché aux langues françaises et allemandes, en raison de sa situation frontalière, n'empêche cependant pas des entreprises à s'impliquer dans la promotion et l'usage du luxembourgeois. C'est pourquoi, de plus en plus de cours sont proposés à des étrangers pour apprendre la langue et faciliter ainsi leur intégration sur le marché du travail luxembourgoophone. L'essor du luxembourgeois se fait donc aussi ressentir dans le cadre de l'enseignement des langues étrangères au Grand-Duché de Luxembourg.

Dans un premier abord, nous situons le lecteur au sein du contexte de notre étude sur le luxembourgeois. En tant que langue germanique et ancien dialecte francique-mosellan, le luxembourgeois partage des traits avec l'allemand, mais possède ses propres caractéristiques qui le distingue de cette langue. Deux facteurs participent à la composition et à la variation du luxembourgeois parlé. Le premier facteur de variation constitue les parlers régionaux (Gilles, 1998). Malgré l'existence de dictionnaires, de grammaires et d'une orthographe, le luxembourgeois n'est pas enseigné dans les écoles, ce qui favorise la variation dans les différents parlers. Le deuxième facteur est constitué de l'influence d'autres langues, principalement du français et de l'allemand, qui sont les deux langues administratives au Grand-Duché de Luxembourg. Le contact avec le français et l'allemand entraîne l'utilisation d'un lexique varié et l'importation d'emprunts dans la langue. À cela s'ajoute que le luxembourgeois n'est

pas enseigné à l'école au même titre que l'allemand et le français, ce qui le place dans un contexte linguistique différent de celui des autres langues. La diversité dialectale, l'absence d'un enseignement suivi de cette langue et le contexte multilingue dans lequel évolue le luxembourgeois sont donc les piliers principaux de la variabilité de la langue (Gilles & Moulin, 2003).

En dehors de l'acquisition du luxembourgeois à l'oral par des locuteurs luxembourgo-phones, la langue est apprise dans le cadre de l'enseignement des langues étrangères. Dans ce cas, le luxembourgeois est acquis à l'oral et à l'écrit dans des cours proposés par les instituts de langue faisant appel à des programmes spécifiques pour alimenter les leçons et transmettre les caractéristiques de la langue à des locuteurs étrangers. Cette forme d'enseignement se rapproche ainsi plus de celle de toute langue enseignée dans le cadre d'une institution ou d'une école.

En partant du fait qu'il existe une différence entre les productions natives et non natives d'une langue, et notamment entre la langue maternelle et la langue étrangère, nous pouvons nous demander en quoi consistent ces différences en luxembourgeois et à quoi elles pourraient être dues. Entre également en ligne de compte l'âge de l'apprentissage de la langue. Ainsi, la problématique de notre thèse se construit sur l'opposition entre

- d'un côté, l'acquisition à l'oral dès l'enfance par les locuteurs natifs et l'absence de l'enseignement écrit dans les écoles luxembourgo-phones et,
- d'un autre côté, l'enseignement de l'écrit et de l'oral à des locuteurs non natifs d'âge adulte proposés dans les instituts de langues qui se base sur des règles normatives.

Dans un deuxième abord, nous posons l'approche adoptée dans notre étude. Nous proposons d'analyser le niveau phonétique de l'apprentissage de la langue pour mettre en avant les différentes prononciations du luxembourgeois. À la différence de la phonologie, qui s'intéresse à la « fonction des sons dans le système linguistique » (Martin, 2008, p. 13), la phonétique étudie les sons dans la communication parlée sur le plan de l'articulation, de l'acoustique et de la perception. Ces deux disciplines sont cependant étroitement liées entre elles, dans le sens où la phonétique se base sur des règles mises en place par la phonologie et peut les appuyer ou les remettre en cause. La phonétique informe sur la fonction communicative des sons dans la parole et permet d'observer les variations qui s'opèrent au niveau de différents parlers d'une langue. Elle peut s'établir dans un contexte de recherche plus large, comme la sociolinguistique, afin d'expliquer les variations dues aux facteurs sociaux.

L'étude sur l'apprentissage des sons dans une langue étrangère contribue à comprendre le fonctionnement du répertoire linguistique de locuteurs mono- ou multilingues. Les théories et travaux dans ce domaine développent l'aspect du report à

la langue maternelle lors de la pratique de la langue étrangère (Flege, 1995; Best & Tyler, 2007; Matras, 2009; Colantoni *et al.*, 2015). La notion d’interférence entre ici en jeu, car elle implique l’utilisation d’un ou de plusieurs répertoires linguistiques par le locuteur dans la parole. L’interférence entre la langue maternelle et la ou les langues étrangères se matérialisent ainsi en l’accent. Dans ce cas, la production non native d’une langue diffère de celle d’un locuteur natif.

Ce qui diffèrent les productions non natives de celles des natives est le fait que l’apprenant puise dans son répertoire linguistique, contenant entre autres les caractéristiques de sa langue maternelle. En phonétique, cela signifie qu’il va soit intégrer de nouvelles unités sonores dans son répertoire, soit associer des sons de la langue apprise à ceux de sa langue maternelle. En partant du fait qu’une langue est un système de signes qui existent grâce à leurs oppositions (de Saussure, 2005) [1^e édition 1916], nous pensons que l’apprenant doit avoir conscience du contraste entre les sons dans la langue apprise, afin de se souvenir de leurs caractéristiques, ce qui lui permettra de mieux les réaliser dans la parole et de réduire son accent. La définition de de Saussure (2005), quoiqu’elle se rapporte plutôt aux aspects phonologiques de la langue, n’exclut néanmoins pas une approche phonétique des contrastes dans la parole. Sans adhérer à cette définition sur le plan phonétique, nous pouvons toutefois présenter un travail qui part d’une structure établie pour l’inventaire phonétique du luxembourgeois et dont le but est de vérifier ces règles à travers une observations des réalisations des sons dans la parole.

La production des sons dans la parole non native du luxembourgeois n’a jusqu’à présent pas été investiguée sous forme de travail scientifique. C’est pourquoi, le sujet de la thèse est d’étudier les voyelles produites par des locuteurs francophones, puisque le luxembourgeois contient un certain nombre de contrastes vocaliques qui n’existent pas en français. En effet, l’apprentissage des sons d’une langue étrangère peut représenter une difficulté pour les apprenants dont la langue maternelle possède des caractéristiques différentes. Les voyelles, dont les propriétés acoustiques sont facilement décelables dans la parole, se prêtent bien à ce genre d’analyse. Nous devons considérer toutefois le manque de descriptions phonétiques, notamment acoustiques, sur les voyelles du luxembourgeois, malgré quelques études existantes (Keiser-Besch, 1976; Gilles & Trouvain, 2013; Nishide, 2014). En conséquence, nous organisons notre étude en quatre étapes :

1. la présentation du jeu des oppositions dans l’inventaire vocalique du luxembourgeois,
2. la mise en évidence des différences entre les inventaires vocaliques du luxembourgeois et du français,
3. la description des propriétés acoustiques qui opposent les voyelles dans la pa-

- role native,
- la nature des différences entre les productions natives et non natives des voyelles.

Ces quatre étapes structurent la partie théorique et la partie empirique de notre étude (cf. figure 9.1). La relation entre chaque étape se crée à travers l'idée d'opposition entre les voyelles en théorie, d'après la structure de la ou des langues établie à travers les signes contrastifs, et en pratique, c'est-à-dire d'après la matérialisation de ces signes dans la parole. C'est en sachant définir et décrire les traits qui opposent deux voyelles dans la langue que nous pouvons opposer ces traits à ceux des voyelles françaises et ainsi procéder à l'analyse, qui permet de pointer sur les propriétés acoustiques participant aux oppositions et les différences des réalisations vocaliques entre natifs et non natifs dans la parole.

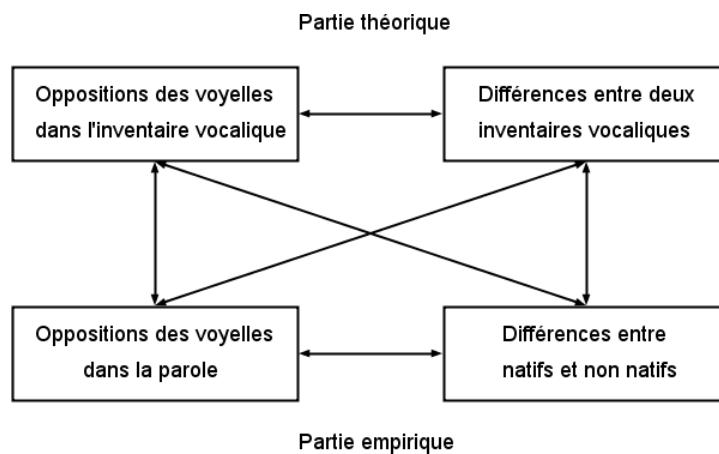


FIGURE 1.1 – Les quatre étapes illustrant de la thèse.

Notre sujet se construit autour de la question principale : quelles différences peut-on constater entre les productions natives et non natives des voyelles du luxembourgeois ? L'hypothèse est que les traits distinctifs des voyelles en luxembourgeois ne sont pas reproduits par les locuteurs francophones et que leurs productions s'écartent des productions natives. Le but de la thèse est de répondre à cette question en informant sur l'opposition des voyelles au niveau de leurs propriétés acoustiques dans la parole. Cette question se subdivise en trois axes, présentés sous forme de trois questions :

- En quoi est-il utile d'étudier la phonétique du luxembourgeois ?
- Comment le luxembourgeois est-il parlé par des locuteurs étrangers ?
- Quelles informations une étude sur la parole non native peut-elle apporter pour l'enseignement du luxembourgeois en tant que langue étrangère ?

Ces axes définissent nos objectifs :

-
1. étendre les études phonétiques sur une variété parlée du luxembourgeois,
 2. relever les particularités des productions vocaliques de locuteurs francophones,
 3. interpréter les résultats dans le contexte de l'apprentissage du luxembourgeois en tant que langue étrangère.

En raison du manque de ressources sur le luxembourgeois, une partie de notre travail est consacrée au développement d'un corpus de parole native et non native. Notre thèse contribue ainsi à :

1. l'enrichissement des ressources sur la parole du luxembourgeois,
2. l'approfondissement des descriptions phonétiques sur l'inventaire vocalique du luxembourgeois et
3. la mise en évidence des difficultés de productions vocaliques dans le cadre de l'apprentissage du luxembourgeois en tant que langue étrangère.

Le corpus, composé de parole lue et spontanée, servira ainsi de ressource qui alimentera les bases de données sur la parole du luxembourgeois. Les analyses acoustiques que nous présentons dans ce travail porteront sur la partie lue du corpus, car les données accumulées dans cette partie pour les locuteurs natifs et non natifs sont plus facilement comparables. La parole spontanée nécessite par contre une approche analytique différente de celle de la parole lue ou contrôlée et les données de cette partie ne font ainsi pas partie des objets d'analyse acoustique de notre travail.

La présente thèse se construit comme suit :

- Les chapitres 2, 3 et 4 présentent l'état de l'art de notre travail. Le chapitre 2 documente sur la pratique du luxembourgeois dans la société luxembourgoophone. Dans le chapitre 3, nous retrouvons une description de la variabilité de la langue et de la variation dans la parole, non seulement d'une langue en générale, mais aussi d'une langue dans le cadre de l'apprentissage. Le chapitre 4 explicite les propriétés acoustiques des voyelles ainsi que les caractéristiques des inventaires vocaliques du luxembourgeois et du français. Dans ce chapitre, nous détaillons les traits distinctifs des voyelles du luxembourgeois pour éclaircir les différences entre le luxembourgeois et le français.
- Le chapitre 5 se rapporte à la méthodologie de notre étude. Il présente les objets de l'étude et documente plus précisément sur les catégories des voyelles étudiées. En outre, il décrit le travail de terrain, la création du corpus et l'obtention des données.
- Les chapitres 6 et 7 regroupent les analyses. Le chapitre 6 fournit une description acoustique détaillée sur cinq catégories de voyelles du luxembourgeois

produites dans la parole native, l'analyse de trois catégories de voyelles produites dans la parole non native est présentée dans le chapitre 7. À la fin de chaque chapitre, le lecteur retrouve un résumé des analyses et une discussion sur les résultats.

- Le chapitre 8 fournit des perspectives d'étude du luxembourgeois à travers une interprétation des résultats mis en relation avec les trois objectifs de l'étude. Le chapitre 9 conclut d'une manière générale sur la thèse.

Nous informons également le lecteur que les traductions des citations ont été faites par nos propres soins.

Chapitre 2

Le luxembourgeois en pratique dans la société luxembourgophone

Le luxembourgeois constitue une langue particulière en raison de son utilisation et son contexte. Son acquisition à l'oral par les natifs s'oppose à son apprentissage en tant que langue étrangère à l'oral et à l'écrit par des locuteurs étrangers. La variété enseignée est celle parlée dans la région centrale du Grand-Duché de Luxembourg, qui constitue ainsi la référence sans pour autant avoir le statut de norme. Nous pouvons nous demander si cette absence de norme pour la langue parlée, autrement dit la présente importante de la variation, peut susciter des difficultés d'apprentissage ou, au contraire, éveiller une vision plus large sur la langue chez un apprenant.

Dans ce chapitre, nous présentons le luxembourgeois dans le cadre de son utilisation dans la société et de son apprentissage par les locuteurs natifs et non natifs. En outre, dans la première section, nous évoquerons les notions de variabilité et de variation, que nous discuterons plus précisément dans le chapitre 3.

2.1 Le contexte du luxembourgeois

Si nous partons du fait qu'une langue est variable, nous jugeons qu'elle se définit à travers les caractéristiques de chaque locuteur : la convergence de ces productions individuelles, puisqu'elles partagent des traits similaires, forment le modèle de la langue. Nous considérons ainsi le luxembourgeois comme une composition de variétés régionales avec des traits spécifiques et qui varient au sein de chaque production. La composition d'un modèle de langue à travers des facteurs de variation n'est pas unique pour le langage humain : ainsi, les résultats d'une étude sur le chant des mésanges montrent qu'un chant d'un groupe ne se base pas sur un modèle donné, mais aboutit à une convergence des caractéristiques de chaque individu (Nowicki, 1989).

La variation est donc inhérente à la langue (Weinreich *et al.*, 1968).

Le luxembourgeois, langue germanique, est à l'origine un dialecte francique mosellan et s'est émancipé peu à peu de l'allemand au plus tard à partir de la constitution de l'état luxembourgeois en 1839 (Gilles, 1998). Depuis la loi du 24 février 1984, le luxembourgeois représente la langue nationale du Grand-Duché de Luxembourg (Werner *et al.*, 1984). Selon les chiffres fournis par Fehlen (2009), le luxembourgeois est parlé par environ 400.000 locuteurs, mais il n'existe à ce jour aucun écrit officiel qui déclare une norme ou une variété standard parlée pour la langue (Kramer, 1994; Gilles & Moulin, 2003). Il convient plutôt de considérer le luxembourgeois comme un ensemble de variétés parlées, dont la variété du centre autour de la capitale du Grand-Duché de Luxembourg, à laquelle Bruch (1955) et Goudaillier (1981, 1985) réfèrent en tant que « *Koiné de Luxembourg-Ville* », est le parler le plus répandu. L'absence d'une norme s'oppose ainsi aux nombreux parlers régionaux qui composent la langue du pays et de quelques régions frontalières.

La variabilité du luxembourgeois trouve sa source dans deux facteurs principaux : d'un côté, un facteur lié aux nombreuses variétés régionales qui évolue sur une superficie de 2586 km² (STATEC, 2016) et, d'un autre côté, un facteur lié au multilinguisme, matérialisé par le contact avec le français, l'allemand et, plus récemment, l'anglais. La variation se manifeste entre autres à travers des variantes phonétiques, dont un nombre important ont été illustrées sur les cartes dans le *Luxemburgischer Sprachatlas : Laut- und Formenatlas* de Bruch (1963). Deux de ces cartes sont réunies sur la figure 2.1. La variété la plus répandue du luxembourgeois, celle de la région autour de la capitale du Grand-Duché de Luxembourg, se développe progressivement dans les autres régions, homogénéisant ainsi petit à petit les variantes des autres parlers. C'est la conclusion de la thèse de Gilles (1999), dont le travail se base sur l'analyse des voyelles produites par 23 locuteurs dans quatre grandes régions linguistiques du pays (cf. figure 2.2) :

- le centre (*Zentrum*), dont la capitale,
- le nord (*Eisléck*),
- l'est (*Musel*),
- le sud (*Minett*).

L'étude de Gilles (1999) démontre une extension de la variété du centre du Grand-Duché de Luxembourg dans d'autres régions, engendrant une simplification des variantes à travers un processus d'homogénéisation de la langue. L'analyse de Gilles (1999) montre que la comparaison entre différentes variétés régionales contribue à la description du fonctionnement du système d'une langue, optique que l'on retrouve aussi chez Verhoeven & Van Bael (2002) sur le néerlandais.

Le multilinguisme au Grand-Duché de Luxembourg est un facteur important de la va-

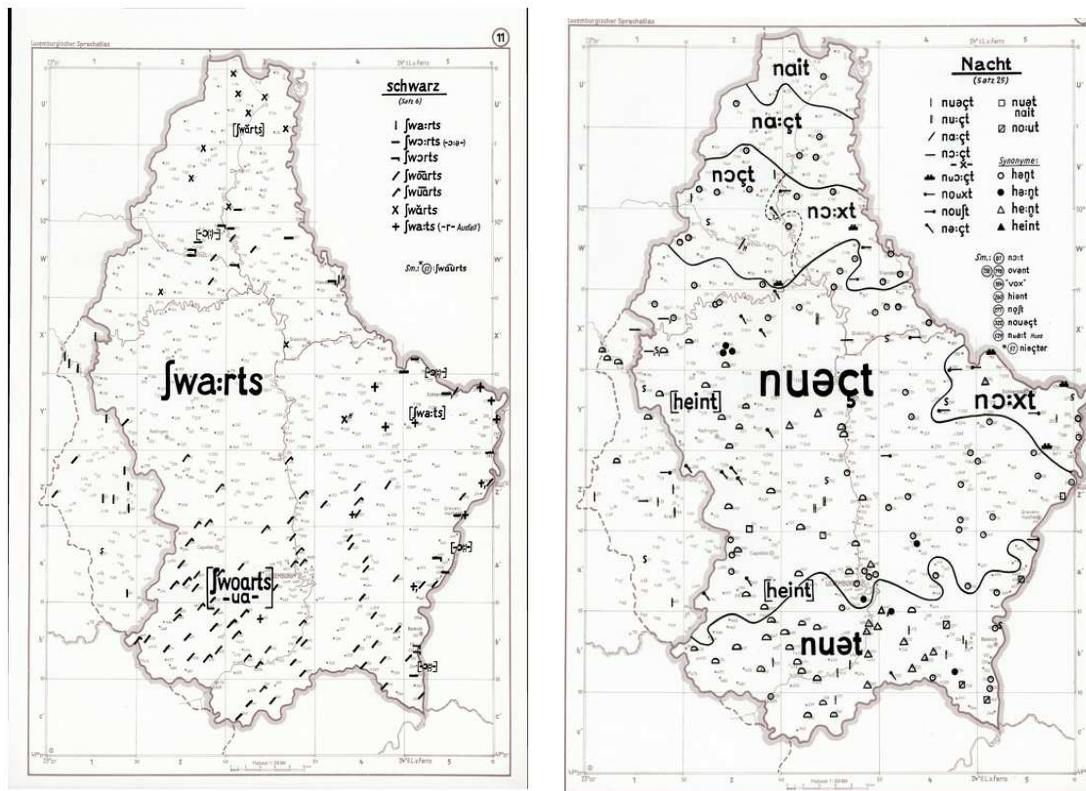


FIGURE 2.1 – Deux exemples de cartes illustrant les variantes de *schwarz* « noir » et *Nuecht* « nuit » (Bruch, 1963).

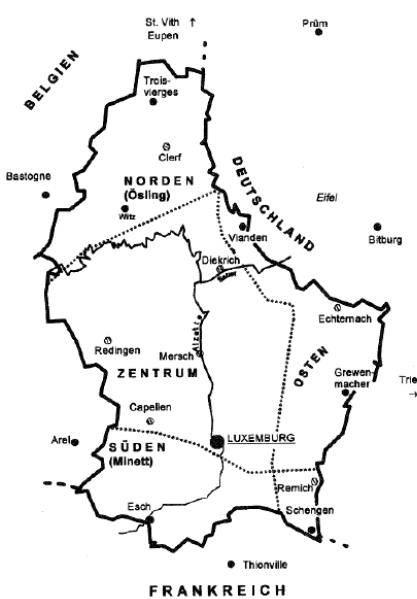


FIGURE 2.2 – Les quatre régions linguistiques et l'étendue géographique des parlers régionaux du luxembourgeois (Gilles, 1998).

riation du luxembourgeois. Présent dans de nombreuses régions du monde, le multilinguisme et le contact entre les langues affecte la plupart du temps la structure d'une langue et participe à son évolution (Thomason, 2006). Parmi les langues influençant le luxembourgeois, nous retrouvons le français, l'allemand et l'anglais. Le contact entre ces langues se manifeste déjà à travers leur fonction : le français, l'allemand et le luxembourgeois sont les langues administratives, le français occupe de plus la fonction législative. Dans le cadre de la scolarité, l'allemand est enseigné à partir de la première année, le français à partir de la deuxième année de l'école primaire et l'anglais à partir de la deuxième année du lycée. Ce multilinguisme enrichit le lexique du luxembourgeois à travers des emprunts du français et de l'allemand. Des exemples d'emprunts sont donnés par Kramer (1994, p. 402) :

Eine erste Auffälligkeit ist darin zu sehen, daß ziemlich oft zwei Möglichkeiten bestehen : Der "Schraubenzieher" heißt *Schrauwenzéier* oder *Tournevis*, der "Kühlschrank" heißt *Killschaff* oder *Frigidaire*, die "Eisenbahn" heißt *Eisebunn* oder *Chemin de Fer* usw.¹

La présence de l'anglais se manifeste avant tout dans le domaine de la technologie et de l'information (Weber, 1994). La fréquence d'utilisation des emprunts est problématisée par Conrad (2015) : dans sa thèse sur les variations consonantiques en luxembourgeois, il montre que la prononciation allemande (ex. *Qualitéit* [kwalitəit] « qualité ») des emprunts est plus fréquente chez les jeunes locuteurs luxembourghophones, tandis que l'ancienne génération des locuteurs privilégie la prononciation française (ex. *Qualitéit* [kalitəit] « qualité »). Le luxembourgeois est donc fortement influencé par des facteurs extérieurs qui participent à la variation de la langue.

2.2 Le luxembourgeois en tant que langue maternelle

Les raisons de l'utilisation de plusieurs langues dans une société peuvent être de différents ordres (ex. politique, économique). La situation linguistique au Grand-Duché de Luxembourg est assez complexe, puisqu'elle est liée à plusieurs facteurs : par exemple, l'enseignement des langues est basé sur un marché du travail plurilingue (Berg & Weis, 2005). Les langues ne sont pas délimitées géographiquement, comme c'est le cas dans des pays comme la Belgique ou la Suisse et il existe encore quelques parlers locaux aux frontières wallonnes et lorraines, mais ceux-ci sont considérés comme minoritaires, contrairement au luxembourgeois au Grand-Duché. La plupart des locuteurs luxembourghophones savent parler plus d'une seule langue :

1. La première chose qui peut y être perçue est l'existence pour le moins de deux possibilités : le "tournevis" se dit *Schrauwenzéier* ou *Tournevis*, le "frigo" se dit *Killschaff* [sic!] ou *Frigidaire*, la "voie ferrée" se dit *Eisebunn* ou *Chemin de Fer* etc.

Die Muttersprache der Luxemburger und die Nationalsprache von Luxemburg ist Luxemburgisch; daneben beherrschen die Luxemburger in der Regel die französische und die deutsche Sprache. Luxemburger mit Gymnasialbildung sind außerdem noch des Englischen mächtig. Ein Fünftel der Luxemburger sind mehrsprachig aufgewachsen, die meisten jedoch haben Deutsch und Französisch in der Schule gelernt.² (Fehlen, 2009, p. 11)

Généralement, le luxembourgeois est appris dès l'enfance dans le cadre familial et est employé au quotidien. L'apprentissage naturel de la langue est couplé par une liberté de l'écrit. Ainsi, tous les luxembourghophones n'ont pas l'habitude de lire et écrire régulièrement dans leur langue maternelle selon les conventions orthographiques établies pour la langue (Gilles & Moulin, 2003), le luxembourgeois n'étant pas enseigné à l'école. Ce fait est mis en évidence dans l'essai de Tonnar-Meyer (2003, p. 83-84) :

Au cours des dernières 50 années, l'orthographe a changé trois fois. Rares sont ceux qui peuvent prétendre écrire un luxembourgeois correct, et à la question de savoir dans quelle mesure il importe d'écrire sans fautes, les esprits s'échauffent au point qu'on arrive facilement à se disputer.

L'écrit en luxembourgeois n'est pas appris à l'école, l'allemand et le français faisant office de langues d'enseignement à l'école primaire et au lycée. Cet aspect est mis en avant par Tonnar-Meyer (2003, p. 83) :

Nous sommes l'un des rares pays où la langue nationale occupe une place si réduite dans l'enseignement : il n'y a qu'une seule leçon de luxembourgeois par semaine à l'école primaire, encore moins à l'école secondaire. Par contre, les autres langues occupent près de 50% de l'horaire scolaire.

Plutôt que de voir ces faits comme un aspect négatif de la situation linguistique au Grand-Duché, il est préférable de considérer cette liberté dont dispose les luxembourghophones comme un aspect favorable à l'évolution de la langue :

Langue et écriture sont deux systèmes de signes distincts [...] L'écriture peut bien, dans certaines conditions, ralentir les changements de la langue, mais inversement, sa conservation n'est nullement compromise par l'absence d'écriture. (de Saussure, 2005, p. 45 [1^e édition 1916])

L'existence de l'orthographe pour le luxembourgeois, malgré son utilisation inconsistante, est un moyen de donner à la langue plus de stabilité par rapport à des parlers pour lesquels il n'existe pas d'écrit conventionné, comme c'est le cas par exemple pour les dialectes alsaciens (Bernhard & Ligozat, 2013).

2. La langue maternelle des Luxembourgeois et la langue nationale du Luxembourg est le luxembourgeois ; en outre, les Luxembourgeois maîtrisent habituellement les langues française et allemande. Les luxembourgeois ayant une éducation à l'école secondaire savent aussi utiliser l'anglais. Un cinquième des Luxembourgeois ont grandi dans un entourage multilingue, la plupart d'entre eux ont cependant appris l'allemand et le français à l'école.

Malgré son absence dans l'enseignement scolaire, l'écrit est très présent dans la communication, notamment sur les réseaux sociaux (ex. *Facebook*) et les forums de discussion (ex. *RTL - Radio Television Lëtzebuerg*). Les locuteurs luxembourghophones se distinguent ainsi des locuteurs non natifs par une utilisation de la langue parlée au quotidien sans avoir appris la langue dans un cadre institutionnel, alors que la lecture et l'écrit sont enseignées dans les instituts de langues étrangères. Nous pouvons delà supposer que les apprenants intègrent rapidement les règles de l'écrit, mais que celui-ci entrave l'apprentissage des traits dans la prononciation de la langue.

2.3 Le luxembourgeois en tant que langue étrangère

L'apprentissage du luxembourgeois en tant que langue étrangère (LLE) connaît un véritable essor au Grand-Duché de Luxembourg. Un nombre important d'organisations proposent des cours de luxembourgeois, non seulement dans le pays, comme par exemple l'Institut National des Langues, le club *Moien asbl*, mais aussi au-delà des frontières, comme par exemple l'Université de Sheffield ou encore l'Universität Trier (Weber-Messerich, 2011).

La population résidant et travaillant au Grand-Duché de Luxembourg constitue l'une des raisons pour l'importance de l'enseignement du LLE. Parmi les 576.000 résidents, 46% sont des étrangers, dont 15% des Français. À ces chiffres s'ajoutent les travailleurs frontaliers, représentés par 49% de Français, 25% de Belges et 25% d'Allemands (STAT-TEC, 2016). L'essor de l'enseignement du luxembourgeois peut s'expliquer par différents types de motivation : il peut s'agir entre autres d'une volonté de s'intégrer au sein de la population luxembourghophone, d'obtenir la nationalité luxembourgeoise, pour laquelle le niveau B1 est requis pour la compréhension orale et le niveau A2 pour l'expression orale (Frieden & Grand-Duc Henri, 2008), ou encore d'entrer dans une entreprise qui exige la maîtrise de la langue. Cet essor est mis en évidence notamment par Berg & Weis (2005, p. 104) :

En analysant en détail ces cours de langues, on constate que ce sont surtout les cours de luxembourgeois et de français qui connaissent un succès croissant, tandis que l'allemand et l'anglais perdent en nombre d'inscriptions.

L'enseignement du LLE n'a jusqu'à présent pas fait l'objet d'études scientifiques - (Weber-Messerich, 2011). Le besoin d'informations sur la langue nécessaire à l'enseignement du LLE se heurte à l'absence d'une norme ou d'un luxembourgeois standard, principalement en raison du manque de descriptions sur la langue. Cette opposition est exprimée par Gilles & Moulin (2003, p. 306) :

Over the last ten years, teaching programs have been developed for adult learners from different countries and also for commuters from France, Belgium and Germany working in the service sector. The lack of descriptive and/or normative grammar is especially felt in this field. From a linguistic as well as from a didactic point of view, this augments the need for "Standard Luxembourgish".³

Le manque de descriptions sur le luxembourgeois se manifeste aussi sur le plan phonétique. Tandis que des auteurs d'ouvrages s'intéressent avant tout à définir et à décrire le fonctionnement de la langue (Schanen & Lulling, 2003), (Schanen & Zimmer, 2012), d'autres se sont posés la question sur la mise en place de cours pédagogiques pour des apprenants étrangers : par exemple, le cours en ligne développé par Kachafoutdinova & Zampuniéris (2007) pour des apprenants francophones propose des exercices de pratiques orales et écrites. Cette dernière étude montre notamment les besoins de rendre l'enseignement du LLE plus accessible aux apprenants. Dans la même catégorie, nous pouvons citer le projet *PhonLaF*, qui rassemble du matériel phonétique pour créer une base de données pédagogique accessible au grand public (Trouvain & Gilles, 2009). Cette base de données est destinée aux apprenants du LLE qui souhaitent améliorer leur prononciation. Pour cela, le système en ligne offre un matériel descriptif pour la lecture et des données audio pour des exercices de prononciation. L'apprentissage du luxembourgeois s'étend ainsi également sur le plan virtuel et fait l'objet de réflexions en didactique. Malgré l'enseignement mis à disposition pour les étrangers, on retrouve des avis qui mettent en avant la difficulté à pratiquer la langue au quotidien, dont celui de Tonnar-Meyer (2003, p. 84) :

Aux personnes qui sont en train d'apprendre le luxembourgeois et s'expriment encore de manière hésitante, nous répondons immédiatement en français, en allemand ou en anglais.

Ce fait peut constituer une difficulté supplémentaire pour les apprenants. Or, la pratique orale régulière, voire quotidienne ainsi qu'un échange avec des locuteurs natifs est une des conditions nécessaires pour un apprentissage efficace d'une langue (Flege & Liu, 2001). À ce fait s'ajoute que l'orthographe du luxembourgeois s'apparente à la prononciation des sons dans la parole : par exemple, pour indiquer qu'une voyelle <i>, <a>, <o>, <u> est longue, on doublera le graphème si la voyelle est suivie de deux ou de plusieurs consonnes (ex. *Kiischten* ['ki:ʃtən] « cerises ») ou bien on écrira un graphème si la voyelle est suivie d'une seule consonne (ex. *Fliger* ['fli:ʒə] « avion ») ; à l'opposé, pour indiquer qu'une voyelle <i>, <a>, <o>, <u> est brève, on écrira un graphème lorsque la voyelle est suivie de deux ou de plusieurs consonnes (ex. *Lidd* [lit]

3. « Au cours de la dernière décennie, des programmes d'enseignement ont été développés pour des apprenants adultes de différents pays ainsi que pour les frontaliers de France, de Belgique et d'Allemagne travaillant dans le secteur des services. Le manque de grammaires descriptives et/ou normatives se ressent plus spécifiquement dans ce domaine. D'un point de vue linguistique et didactique, ce fait augmente le besoin d'un "luxembourgeois standard." »

« chanson »). Cette forme d'orthographe peut, certes, soutenir l'apprentissage, mais aussi constituer une difficulté pour la lecture et la prononciation du luxembourgeois. L'influence de l'écrit est mis en avant par Lado (1957, p. 19) :

[...] in languages with writing systems that in some way represent sounds, the student often mispronounces words because of influences from those writing systems.⁴

En matière d'information sur la phonétique du luxembourgeois dans le cadre de l'enseignement du LLE, les ouvrages pédagogiques sont peu nombreux. En dehors de certains dictionnaires qui utilisent une notation phonétique, comme par exemple *9000 Wierder* de Zimmer (2008), on retrouve avant tout des grammaires et des ouvrages pédagogiques qui mentionnent brièvement l'inventaire vocalique du luxembourgeois.

Afin de rassembler les descriptions existantes sur les voyelles et mettre en évidence les lacunes, nous avons étudié la présentation de l'inventaire vocalique du luxembourgeois dans les ouvrages pédagogiques. Parmi ces ouvrages, nous pouvons citer Schanen (2004), qui liste les voyelles en incluant les voyelles d'emprunts français et allemands : l'auteur précise avant tout que les symboles utilisés dans ses grammaires sont ceux de l'Alphabet Phonétique International (API) (IPA, 2005). Malgré le fait que Schanen (2004) procède à « une simplification, un compromis » (p. 44), il est difficile de trouver une cohérence parmi les symboles qu'il utilise pour décrire les voyelles. Ainsi, il emploie trois symboles pour transcrire le graphème <i> en donnant à chaque fois un exemple :

- le symbole [I] pour désigner la voyelle brève devant un graphème consonantique doublé (*midd* [mIt] « fatigué »),
- le symbole [i] pour désigner la voyelle brève avant deux graphèmes consonantiques différents (*Kichen* [kiçən] « cuisine ») et
- le symbole [i:] pour désigner la voyelle longue avant deux ou plusieurs graphèmes consonantiques différents (*Kiischt* [ki:ʃt] « cerise »).

Les spécificités des voyelles ne sont cependant pas décrites et il est difficile de comprendre la subdivision des voyelles proposées par Schanen (2004) : dans l'exemple donné ci-dessus, la voyelle <i> est divisée en trois catégories, mais la raison de la séparation de deux voyelles brèves [I] et [i] n'est pas spécifiée et, d'après la logique de la liste, il manque un exemple où la voyelle longue est réalisée lorsqu'elle est suivie d'une seule consonne, comme par exemple dans le mot *Fliger* ['fli:ʒə] « avion ». La question de la subdivision des voyelles proposée par Schanen (2004) se pose non seulement sur le plan pédagogique, mais aussi sur le plan phonétique. Dans Schanen & Zimmer (2012), les descriptions sur les voyelles sont plus développées. Toutefois,

4. « [...] dans les langues ayant un système d'écriture qui, en quelque sorte, représente des sons, l'apprenant prononce souvent mal les mots à cause de l'influence de ces systèmes d'écriture. »

nous sommes d'avis qu'il y a incompatibilité entre la fonction de ces ouvrages en tant qu'outils pédagogiques et la taille des listes : en effet, à une voyelle sont des fois associés deux symboles phonétiques, de sorte qu'il est difficile d'entrevoir une certaine cohérence au sein de l'inventaire phonétique proposé. En revanche, la grammaire de Braun *et al.* (2005) fait une liste plus claire des voyelles, en n'utilisant qu'un seul symbole par voyelle et en fournissant, pour la plupart d'entre elles, des associations de prononciations proches au français. Globalement, nous considérons que certaines incohérences contenues dans ces ouvrages suggèrent un besoin de combler le manque d'information sur la structure vocalique du luxembourgeois.

Chapitre 3

La variabilité de la parole

L'état naturel d'une chose, de quelque forme qu'elle soit, est soumis à différentes formes de variation (Darwin, 2011) [1^e édition 1859]. C'est ainsi que la structure d'une langue est influencée par les conditions de son utilisation (Lindblom, 1986). Le cas du luxembourgeois entre bien dans cette réflexion. En effet, le luxembourgeois est une langue qui évolue librement, sans que son acquisition ne soit soumise à une norme enseignée (Gilles & Moulin, 2003). L'étude de Gilles (1999) prouve ce fait : les parlers régionaux du luxembourgeois évoluent dans le sens d'une homogénéisation de la langue, mais cette homogénéisation est cristallisée par les caractéristiques de chaque variété régionale.

Dans ce chapitre, nous décrivons la variation des sons dans la langue avec un intérêt pour les voyelles, objets de notre étude. Une description des études sur l'apprentissage de sons d'une langue étrangère par des locuteurs francophones permettra également d'introduire la variation que nous pourrions retrouver dans la parole non native du luxembourgeois.

3.1 La variation des voyelles

Les voyelles d'une langue se caractérisent par des traits contrastifs qui permettent de les distinguer. Dans la parole, ces traits peuvent être influencés par plusieurs facteurs, que nous présentons dans la troisième partie de cette section. La variation vocalique est ainsi une des conséquences de la variabilité de la langue.

Pour mieux comprendre le phénomène de variabilité en phonétique, nous allons présenter une définition de la variabilité et de la variation dans la langue, puis discuter de la variation vocalique et des facteurs d'influence sur les caractéristiques des voyelles dans la parole.

3.1.1 La définition de la variabilité dans la langue

Dans le cadre de l'explication des faits de variation dans les langues, nous pouvons citer Ledegen & Léglise (2013), qui résument bien le sujet. Ledegen & Léglise (2013) expliquent que la variation touche non seulement les langues fréquentes, mais aussi les parlers régionaux, voire vernaculaires. Dans un paragraphe dédié aux variétés lexicales, Ledegen & Léglise (2013) mentionnent principalement les parlers qui s'étendent sur de grands territoires géographiques, comme ceux de l'anglais ou de l'espagnol. En ce sens, l'étude des variétés du luxembourgeois sort de l'ordinaire, puisque la langue évolue sur un territoire assez restreint et qui, malgré tout, se compose d'un nombre important de variétés.

Les notions de variabilité et de variation dans la langue impliquent que les traits composant une langue obéissent à une certaine structure, mais qu'ils peuvent changer selon leur contexte et leur utilisation dans la communication parlée. Dans le domaine de l'analyse du discours, Desmet (2006, p. 235) définit la variabilité et la variation comme suit :

Nous définissons la « variabilité » comme la capacité de toute langue naturelle de produire de la variation lorsqu'elle s'actualise en discours. La variation, sous toutes ses formes et à tous les niveaux ou plans d'analyse linguistique, est en quelque sorte la conséquence directe de la variabilité, inhérente à toute langue naturelle.

Dans cette approche, nous pouvons dire que la variabilité de la langue, incarnée par les faits de variation dans la parole, forme à la fois l'analogie et le contraire de la règle. Nous allons voir comment cette définition s'applique aux caractéristiques des voyelles dans la parole.

3.1.2 La manifestation de la variation

Une langue se compose d'éléments agencés qui forment un sens. Elle est définie ainsi comme un système de signes, objets des sciences du langage. La phonologie, une des branches de la linguistique, étudie le système et la fonction des sons des langues. Elle s'intéresse de ce fait à la distribution et la structure des sons dans les langues. L'objet de la phonologie est le phonème, qui, traditionnellement, est considéré comme la représentation abstraite d'un son (Ternes, 1999) et l'unité minimale distinctive d'une langue, même si cette dernière définition est discutée en phonologie, tel que le fait remarquer Nathan (2008). Un phonème possède un ensemble de traits qui le caractérisent comme une unité avec un sens. Les phonèmes ont une fonction contrastive et se distinguent à travers des aspects mécaniques et physiologiques des organes articulatoires (Lisker, 1973). Les traits de chaque phonème sont déterminés à travers une

configuration particulière du conduit vocal humain.

Le triangle vocalique représente l'ensemble des réalisations physiologiques possibles pour l'être humain. Cette représentation mise en place par l'Association Phonétique Internationale (IPA, 2005) permet d'étiqueter conventionnellement les voyelles des langues du monde avec différents symboles (cf. figure 3.1). Chaque langue possède son propre inventaire phonologique et phonétique : par exemple, le français possède les voyelles /i/, /u/, /y/, tandis que l'anglais possède les voyelles /i/ et /u/, mais pas /y/. Le même symbole peut renvoyer à des productions dans deux langues différentes, mais ces productions ne sont pas identiques (Vaissière, 2011b) : par exemple, les voyelles /i/ et /u/ se réalisent différemment en français qu'en anglais. Une analyse acoustique permet dans ce cas de spécifier les caractéristiques des voyelles dans chaque langue. En décrivant les phénomènes de la variation vocalique dans la parole, nous allons voir en quoi la variabilité affecte le système d'une langue.

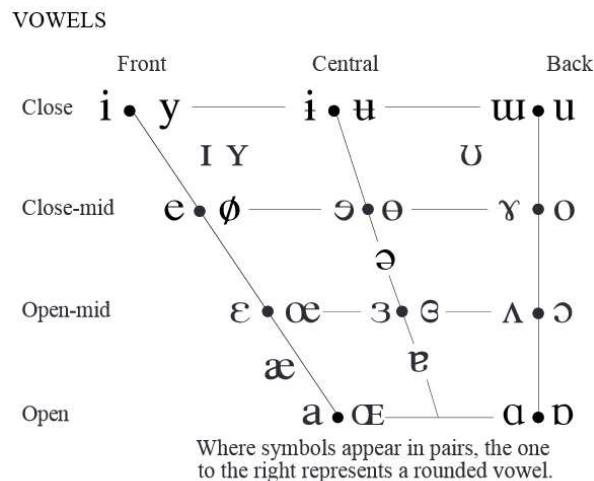


FIGURE 3.1 – Les voyelles de l'ALPHABET PHONÉTIQUE INTERNATIONAL (2005).

Un phonème regroupe une multitude de réalisations variables dans la parole dans une catégorie abstraite. Les réalisations des sons dans la parole sont l'objet de la phonétique et sont appelés des allophones, ou des phones. Dans la conversation, les allophones varient en fonction de plusieurs facteurs, comme la configuration du conduit vocal ou encore leur distribution. D'autres facteurs comme les critères sociaux interviennent également, comme nous allons le voir plus tard dans ce chapitre. Dans tous les cas, la variation, et notamment la variation vocalique, se manifeste sous plusieurs formes.

La variation intervient lorsqu'une voyelle n'est pas prononcée d'une manière canonique. Le mot canonique renvoie aux cibles acoustiques qui caractérisent une voyelle. Parmi les cas de variation, nous pouvons citer la réduction vocalique, où les cibles acoustiques de la voyelle ne sont pas atteintes. La réduction vocalique peut être due

par exemple à l'accent lexical (Lindblom, 1963) ou à la durée de la voyelle (Gendrot & Adda-Decker, 2007), dans le cas où les organes articulatoires n'effectuent pas le mouvement complet nécessaire pour réaliser la voyelle avec ses caractéristiques typiques. En effet, plus la parole est rapide, moins les organes articulatoires ont le temps d'accomplir leurs mouvements, réduisant la durée de la voyelle et empêchant l'atteinte de ses cibles acoustiques. À l'opposé de la réduction vocalique, l'allongement vocalique survient dans un contexte de focalisation ou d'emphase, ou bien en syllabe finale, ce qui engendre un débit plus lent et favorise les mouvements articulatoires. Ce cas est par exemple fréquent en français (Gendrot & Adda-Decker, 2006). La centralisation et la périphéralisation sont deux phénomènes acoustiques qui affectent les propriétés acoustiques d'une voyelle (cf. figure 3.2). La centralisation, conséquence de la réduction vocalique, peut être provoquée par une durée brève de la voyelle ou un certain contexte consonantique. La périphéralisation est la conséquence de l'allongement vocalique et favorise plus les cibles de la voyelle. Ces types de variation participent au changement d'une voyelle dans la parole et peuvent même nuire au sens de la voyelle s'ils sont poussés à l'extrême.

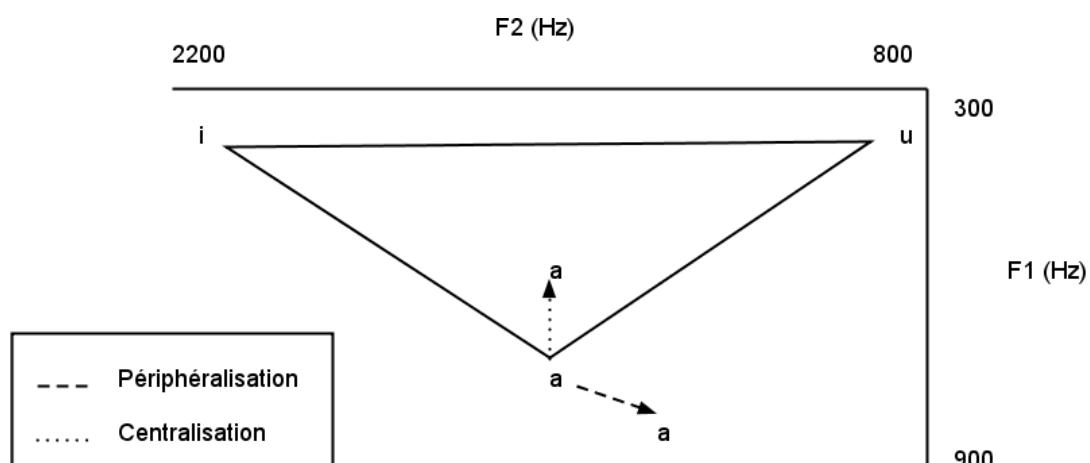


FIGURE 3.2 – La centralisation et la périphéralisation d'une voyelle sur le triangle vocalique.

Même si la nature de la voyelle change à travers le mouvement des organes articulatoires, sa perception n'est pas affectée tant qu'elle évolue dans l'espace acoustique qui permet de la distinguer des autres voyelles et qui permet de garder son sens dans la communication. C'est la raison pour laquelle nous pouvons comprendre ce que dit un locuteur qui a, par exemple, un parler régional ou un accent étranger peu marqué. Par contre, l'accent du locuteur augmente à partir du moment où les propriétés acoustiques de la voyelle s'écartent trop des traits qui la définissent dans la variété d'une langue. Cette variation est due à un certain nombre de facteurs, que nous allons expliciter dans la section suivante.

3.1.3 Les facteurs de variation

Parmi les facteurs de variation, on retrouve entre autres « le style de parole, le contexte phonémique environnant, la durée, la fréquence fondamentale f_0 , la position du phonème dans la syllabe, dans le mot et dans l'énoncé, la fréquence lexicale, le sexe du locuteur, l'accent lexical, l'accent régional, etc. » (Adda-Decker *et al.*, 2008, p. 19). La variation peut donc être interne (ex. coarticulation) ou externe (ex. région) à la parole : nous entendons par facteurs externes les causes de variation liées au profil des locuteurs, comme par exemple l'âge ; nous entendons par facteurs internes les causes de variation liées à la disposition des voyelles dans la langue, comme par exemple l'environnement phonémique (ex. **balle** [bal], **salle** [sal]). Même si nous n'approfondissons pas les changements dus aux facteurs externes dans les analyses de notre étude, il convient de présenter certains de ces aspects afin de mieux concevoir la variabilité. Dans cette section, nous abordons dans un aspect global les facteurs externes et les facteurs internes, en particulier le contexte phonémique, la position syllabique et le registre de parole.

Les facteurs externes font particulièrement l'objet d'études sociophonétiques, où la phonétique est rattachée à la sociolinguistique (Labov, 2001). Les facteurs externes sont définis à travers les différences sociales des locuteurs. L'âge peut être un facteur de variation, comme le montre par exemple Jacewicz *et al.* (2011) sur la production des voyelles [i], [ɛ], [æ] dans trois variétés de l'anglais américain. L'étude des productions de différentes générations de locuteurs permet en outre d'observer l'évolution des voyelles dans une variété. Parmi les facteurs externes, nous retrouvons également le sexe et la région, qui font l'objet notamment de l'étude de Clopper *et al.* (2005) sur les productions vocaliques dans six différentes variétés régionales de l'anglais américain. L'analyse de la variation vocalique en fonction de ces facteurs permet ainsi de mieux comprendre l'état d'une langue dans son contexte social.

Les facteurs internes sont liés à la constitution et au contexte linguistique des sons. Parmi ces facteurs, nous retrouvons le contexte phonémique dans lequel se trouve une voyelle : l'entourage phonémique implique l'influence d'un phonème sur un autre, appelé coarticulation (Marushima *et al.*, 2010). L'entourage phonémique peut être une voyelle, une consonne, une pause, etc. En fonction de la nature de l'entourage, la voyelle va être influencée différemment. Certains environnements favorisent plus les cibles acoustiques des voyelles que d'autres : par exemple, la consonne glottale /h/ entrave peu les cibles acoustiques des voyelles, le /h/ étant produit sans constriction au niveau du conduit vocal. Par contre, les consonnes nasales /m/, /n/, latérale /l/ et uvulaire /ʁ/ entravent les cibles acoustiques des voyelles, par exemple lors du passage d'une partie de l'air dans la cavité nasale (Di Paolo *et al.*, 2011). En fonction de leur nature, les consonnes constrictives favorisent la centralisation ou la périphé-

ralisation d'une voyelle : par exemple, une voyelle antérieure entourée de consonnes antérieures ne va pas se centraliser, car il n'y a pas d'effort important au niveau du mouvement des organes articulatoires. La nature de la consonne qui précède ou qui suit la voyelle peut déterminer en quel sens la voyelle va changer, si elle va se centraliser ou pas. La position prosodique constitue un autre facteur d'influence interne. En effet, en fonction de la position syllabique de la voyelle, accentuée ou pas, celle-ci peut varier plus ou moins fortement. Ainsi, il a été montré qu'en français, les voyelles se périphéralisent plus en syllabe finale de mots et dans un contexte entourées d'une pause (Gendrot & Adda-Decker, 2006). Le registre de parole constitue un autre facteur de variation. Dans un registre de parole contrôlée, les cibles acoustiques des voyelles sont susceptibles d'être atteintes, plus que dans la parole spontanée. Ce type de registre permet ainsi d'étudier les cibles acoustiques extrêmes d'une voyelle, tandis que la parole spontanée incite à étudier les voyelles dans la parole naturelle, où la variation est plus grande. Au courant de l'histoire de l'ingénierie linguistique, les scientifiques sont passés progressivement de la parole de laboratoire bien articulée et contrôlée vers des registres de moins en moins contraints (lecture, parole journalistique, conversationnelle, spontanée, familiale). Comme le montrent les résultats d'une étude acoustique sur la durée des voyelles et le mouvement de f_0 basés sur une analyse d'un corpus de 30 heures de parole (Gendrot *et al.*, 2012), la réduction vocalique est plus importante dans la parole spontanée que dans la parole journalistique. La parole conversationnelle présente donc plus de variabilité que la parole journalistique, qui est plus proche du texte.

Les facteurs externes et internes participent, certes, à la variabilité de la langue, mais n'entraînent cependant pas la communication. En effet, les réalisations d'une voyelle se caractérisent par une marge de fréquences qui les associe à la même voyelle. À l'oreille de l'auditeur, cela veut dire que les allophones conservent leur sens dans la communication, tant qu'ils restent à l'intérieur de cette marge. Les variétés d'une langue possèdent généralement plus ou moins les mêmes caractéristiques phonétiques. Si des variations s'opèrent à un niveau léger, elles n'empêchent pas la compréhension de la langue. Par contre, si elles sont plus poussées, la communication se complique. Le même principe compte pour un locuteur qui apprend une langue étrangère dont les caractéristiques phonétiques sont différentes de celles de sa langue maternelle. En fonction du degré d'accent, la compréhension se fait plus ou moins aisément, respectivement difficilement.

3.2 La variation lors de l'apprentissage d'une langue étrangère

L'apprentissage d'une langue implique la considération des différents niveaux linguistiques d'une langue, dont les niveaux phonologique et phonétique. Dans le cas de l'inventaire phonétique d'une langue qui inclut des consonnes et des voyelles, des difficultés peuvent survenir pour l'une ou l'autre catégorie des sons, en fonction du répertoire phonétique acquis dans la langue maternelle (L1). Kamiyama (2009, p. 11) souligne la difficulté à acquérir les voyelles d'une langue étrangère (L2) :

[L']articulation des voyelles est plus continue que celle de la plupart des consonnes (notamment les occlusives), qui sont plus faciles à discriminer. Il est donc particulièrement difficile de définir, d'expliquer, et d'apprendre à reproduire les cibles articulatoires qui correspondent aux voyelles. [...] De plus, on observe une grande variété dans la réalisation des voyelles dans les divers parlers d'une langue, comme d'un français régional à l'autre, et les auditeurs sont particulièrement sensibles à des déviations subtiles, révélatrices d'un accent régional, ou socioprofessionnel.

D'après cette citation, les difficultés d'apprentissage des voyelles sont causées, d'un côté, par leur état dynamique en raison d'une « articulation continue » dans la parole et, d'un autre côté, par les « divers parlers » régionaux d'une langue. Ces facteurs engendrent de subtiles variations dans la parole qui, lorsqu'elles sont perçues, causent des confusions chez l'apprenant. Nous allons développer cet aspect.

3.2.1 La notion d'interférence

L'apprentissage de nouveaux sons est difficile pour un adulte, car il implique des contraintes physiologiques et des types de productions parfois inconnues. Dans ce cas, l'apprenant aura tendance à reproduire les caractéristiques des sons de sa langue maternelle. L'influence d'une langue sur une autre fait appel à la notion d'interférence, que Matras (2009, p. 222) explique plus précisément en référant à l'expression « phonological replication » :

Phonological replication - or 'interference', 'transfer' or 'borrowing' - may affect any level of sound structure : the articulation of individual phones or phonemes within words, length and gemination, stress and tone, prosody and intonation.¹

1. « La reproduction phonologique - ou 'interférence', 'transfert' ou 'emprunt' - peut affecter la structure d'un son à n'importe quel niveau : l'articulation des phones ou phonèmes individuels à l'intérieur de mots, la longueur et les phénomènes de gémination, l'accent et le ton, la prosodie et l'intonation. »

D'après Matras (2009), il y a interférence lorsque les caractéristiques des sons de la L1 surviennent ou entrent en contact avec les sons de la L2. L'interférence peut même être renforcée par une substitution phonémique (Matras, 2009). Ce contact rend la séparation entre les systèmes de la L1 et de la L2 difficile pour l'apprenant. L'interférence est généralement plus importante au début et s'atténue au fur et à mesure de l'apprentissage de la L2. L'apprenant part ainsi des caractéristiques de sa langue maternelle et avance progressivement vers la langue cible. Selon Colantoni *et al.* (2015), les caractéristiques de la L2 produites par l'apprenant sont proches de celles des locuteurs natifs, mais ne sont pas forcément similaires, ce qui explique la manifestation de l'accent étranger.

3.2.2 L'acquisition des sons

Le concept d'interférence est largement abordé dans la recherche sur l'apprentissage d'une langue. Le degré d'interférence dépend des différences et des similarités entre les sons de la L1 et la L2. Dans la littérature, il est bien établi que lors de l'apprentissage d'une nouvelle langue, celle-ci entre en interaction avec la langue maternelle. L'acquisition de la L2 se fait d'abord au niveau perceptif, puis au niveau productif, ce qui fait que la production et la perception sont liées lors du processus d'apprentissage (Rauber *et al.*, 2005) : une langue est perçue par l'oreille avant d'être produite au niveau du conduit vocal. Les questions sur les causes (ex. âge de l'apprentissage) et les conséquences (ex. reproduction des sons de la L1) de la variation dans la parole non native ont été étudiées dans de nombreux travaux et ont donné lieu au développement de modèles, comme par exemple le *Speech Learning Model* (SLM) de Flege (1995) ou le *Perceptual Assimilation Model* (PAM) de Best & Tyler (2007). Néanmoins, le lien entre perception et production est difficile à être vérifiée en raison notamment des différentes méthodologies requises dans chaque branche : par exemple, les résultats de l'étude de Peperkamp & Bouchon (2011) indiquent qu'il n'y a pas de corrélation entre la perception et la production des voyelles d'une L2, ce qui engage à dire que l'acquisition de la perception ne fonctionne pas forcément sous les mêmes conditions que l'acquisition de la production. Des analyses comparant des productions individuelles montrent également qu'une bonne discrimination perceptive entre deux voyelles d'une L2 ne va pas toujours de pair avec une bonne production (Kartushina & Frauenfelder, 2014). Une connaissance perceptive des voyelles n'entraîne donc pas forcément une production plus précise des voyelles.

La cause de l'interaction des systèmes phonologiques de la L1 et de la L2 fait l'objet de réflexions. Pour Flege *et al.* (2003), l'interaction dépend du degré d'assimilation ou de dissimilation des catégories phonologiques. En fonction des similarités et des différences phonétiques qui existent entre les langues, les sons vont être produits avec

plus ou moins d'écart par rapport aux productions des natifs. Flege (1987) distingue les sons nouveaux et les sons similaires. Les sons nouveaux sont les sons de la L2 qui ont des caractéristiques différentes des sons de la L1, tandis que les sons de la L2, similaires à des sons de la L1 qui présentent des caractéristiques semblables ou quasi-identiques, sont assimilés aux sons de la L1. Selon le *SLM* de Flege (1995), les sons nouveaux, qui n'existent pas dans la langue maternelle, sont appris plus rapidement, car il n'y a pas de son dans la langue maternelle avec lequel il pourrait être confondu. Il se peut également que l'apprenant substitute un son de la L2 qui n'existe pas dans sa langue maternelle par un autre son de la L1. Selon cette approche, le locuteur multilingue utilise l'ensemble de son répertoire phonétique qui inclut les caractéristiques des langues qu'il connaît. Nous pouvons faire référence à deux hypothèses du *SLM* :

H2 [-] Category formation for an L2 sound may be blocked by the mechanism of equivalence classification. When this happens, a single phonetic category will be used to process perceptually linked L1 and L2 sounds (diaphones). Eventually, the diaphones will resemble one another in production.

[...]

H5 [-] A new phonetic category can be established for an L2 sound that differs phonetically from the closest L1 sound if bilinguals discern at least some of the phonetic differences between the L1 and L2 sounds.² (Flege, 1995, p. 239)

D'après la deuxième hypothèse que nous venons de citer, un locuteur ne peut pas créer une nouvelle catégorie pour un son de la L2 en raison de l'hypothèse de classification d'équivalence, qui correspond à un mécanisme cognitif, dont la conséquence serait même la mise en relation de ce son avec un son de la L1 :

[...] equivalence classification [is] something which occurs when two objects are classified as categorically identical despite the existence of detectable physical differences between them.³ (Flege, 1988, p. 281)

Dans le cas où le locuteur est confronté à un nouveau son de la L2 dont les caractéristiques s'écartent suffisamment de celles d'un son de la L1, la classification d'équivalence est évitée, puisqu'il peut créer une nouvelle catégorie pour ce son. Quant au modèle *PAM*, il énonce que les sons de la L2 sont assimilés à des sons de la L1 dans le

2. H2 [-] Il se peut que le mécanisme de la classification d'équivalence bloque la formation d'une catégorie pour un son de la L2. Lorsque cela se produit, une seule catégorie phonétique est utilisée pour traiter les sons de la L1 et de la L2 perceptivement (diaphones). Finalement, les diaphones se ressembleront en production.

[...]

H5 [-] Une nouvelle catégorie peut être établie pour un son de la L2 qui diffère phonétiquement d'un son de la L1 le plus proche, si les bilingues discernent au moins certaines des différences phonétiques entre les sons de la L1 et de la L2.

3. [...] la classification d'équivalence [est] quelque chose qui survient lorsque deux objets sont considérées comme identiques au niveau de leur catégorie, malgré l'existence de différences physiques détectables entre eux.

cas où les auditeurs perçoivent des ressemblances articulatoires entre ces sons (Best & Tyler, 2007).

La plupart du temps, ce sont les variantes des phonèmes qui posent problèmes, comme le fait remarquer Lado (1957, p. 14) :

[...] in most cases the problem will not be the total absence of a phoneme in a given language but a problem involving variants of phonemes.⁴

L'utilisation des variantes de prononciation varie en fonction du contexte de communication ou de l'interlocuteur que le locuteur a face à lui. Les systèmes de deux langues sont utilisés alternativement en fonction du but et du contexte de la communication, comme l'explique Matras (2009, p. 38) :

From the perspective of the individual multilingual speaker, 'language contact' is not about systems influencing one another. Rather, it is about the challenge of employing a repertoire of communicative resources, acquired in a range of different settings or from different interlocutors, in such a way that will comply with the expectations of audience and interlocutors in various interaction settings.⁵

L'acquisition, résultat de l'apprentissage où interviennent plusieurs facteurs, nécessite donc une prise de conscience des caractéristiques de la L2 par un apprenant. Par conséquent, le degré d'acquisition de la L2 dépend en grande partie de son apprentissage.

3.2.3 Les facteurs d'influence

L'interaction entre les systèmes phonologique et phonétique de la L1 et de la L2 chez l'apprenant est à l'origine de nombreuses variations. La variation dans la production d'une L2 se manifeste en tant qu'accent étranger chez le locuteur apprenant. Le degré de l'accent est influencé par divers facteurs, dont

- l'âge d'apprentissage,
- la faculté d'apprentissage,
- la fréquence d'utilisation de la L1,
- la fréquence d'utilisation de la L2,
- la motivation,

4. « [...] dans la plupart des cas, ce n'est pas l'absence totale d'un phonème dans une langue donnée qui pose problème, mais les variétés des phonèmes. »

5. « Dans la perspective du locuteur multilingue individuel, le contact entre les langues ne se définit pas par l'influence entre les langues. Il s'agit plutôt du défi d'utiliser un répertoire de ressources communicatives, acquis dans une gamme de différents contextes ou à travers différents interlocuteurs, d'une telle manière qu'il se conforme aux attentes de l'audience et d'interlocuteurs dans des contextes individuels variés. »

- le contexte de l'apprentissage,
- l'orthographe.

Ces facteurs sont considérés comme des facteurs d'influence importants.

L'âge joue un rôle dans le degré de production et de perception des voyelles d'une langue étrangère : par exemple, selon (Flege *et al.*, 1999), les locuteurs qui apprennent une langue étrangère plus tôt développent une production des voyelles plus proche des productions natives que les locuteurs qui apprennent la langue plus tard. Les locuteurs qui parlent deux langues dès le début de leur enfance développent deux systèmes phonologiques distincts pour ces deux langues (Johnson & Wilson, 2002). Selon Baker (2005), le maintien d'un seul système phonologique et l'assimilation des sons de la L2 aux sons de la L1 s'observe davantage chez des locuteurs apprenant une langue étrangère à l'âge adulte. Ce constat repose sur l'idée que, chez un apprenant dont le système phonologique de la L1 est déjà en place, le système phonologique de la L2 ne se développe pas tout de suite, du moins pas au début de l'apprentissage de la L2. Plus l'exposition perceptive à la L2 se fait tôt, plus un apprenant va assimiler les sons et les produire d'une manière similaire à un locuteur natif. L'expression « considerable loss of learning flexibility »⁶ (p. 68) utilisée par (Matras, 2009) suggère la perte progressive de la flexibilité de l'apprentissage à partir de l'âge de la puberté. Toutefois, le fait que l'apprentissage d'une L2 doit s'effectuer à un âge précoce pour une production native de la langue est contesté par d'autres études, comme par exemple Bongaerts (1999), qui note qu'un locuteur peut acquérir une production native d'une L2 en ayant commencé l'apprentissage à l'âge adulte.

Un autre facteur d'influence est celui des connaissances linguistiques qui font référence à un répertoire englobant des ressources d'une ou de plusieurs langues. Des éléments d'une langue peuvent être transférés dans une autre langue. Dans cette optique, le locuteur ne développe pas des structures linguistiques fermées et isolées, mais celles-ci interfèrent dans la communication, tel que l'explique Matras (2009, p. 86) :

In fact we can view the process of second-language acquisition as an expansion of the linguistic repertoire⁷

La fréquence d'utilisation de la L2 ainsi que l'expérience améliore la production de la L2, comme le montrent les expériences acoustiques et perceptives de Flege (1984). La distinction entre les systèmes vocaliques de la L1 et de la L2 est plus élevée si l'apprenant utilise fréquemment la L2. L'exposition et l'utilisation de la L2 avec des natifs de la L2 augmentent la performance des apprenants (Flege & Liu, 2001).

6. « [...] une perte considérable de la flexibilité d'apprentissage [...] »

7. « En fait, le processus d'acquisition d'une seconde langue peut être considéré comme une expansion du répertoire linguistique. »

L'écriture peut dérouter l'apprentissage de la prononciation, si le locuteur associe un ou plusieurs graphèmes à une voyelle dans sa langue maternelle, ce qui ne favorise pas la production des voyelles de la langue étrangère.

À l'opposé des facteurs qui constituent une entrave à l'apprentissage d'une L2, d'autres n'influencent pas forcément la prononciation. Le sexe, la durée de résidence dans le pays de la L2, l'auto-évaluation de la L1 ne présentent pas des résultats positifs sur l'influence de l'accent étranger dans la L2, du moins d'après Piske *et al.* (2001). La méthode et la qualité de l'enseignement peuvent également influencer l'apprentissage de la L2 (Colantoni *et al.*, 2015). En outre, le contexte de l'apprentissage, mais aussi le degré d'exposition à des locuteurs natifs, par exemple au cours d'un séjour linguistique, peuvent constituer un bénéfice pour des apprenants (Stevens, 2011). Même si un groupe d'apprenants est exposé aux mêmes conditions d'apprentissage, le résultat n'en sera pas moins variable parmi les locuteurs.

3.3 L'apprentissage d'une langue étrangère par des francophones

Comme nous venons de le voir dans la section précédente, la langue maternelle fait partie des facteurs principaux qui influencent l'accent étranger dans une langue. Sur le plan phonétique, les locuteurs sont confrontés non seulement au niveau segmental, mais aussi au niveau suprasegmental.

Les phénomènes prosodiques peuvent influencer les voyelles. Dans une étude sur la perception de l'accent lexical en espagnol, où des auditeurs francophones sont testés au niveau de leur temps de réaction à l'accent lexical en espagnol, Dupoux *et al.* (2008) montrent que les francophones sont sourds aux éléments suprasegmentaux qui ont un rôle phonologique distinctif. Guyot-Talbot *et al.* (2016) montrent cependant le bénéfice d'une méthode utilisant la répétition auditive en association avec un programme d'apprentissage pour l'amélioration du contour de la fréquence fondamentale - dont nous verrons la définition dans la section 4.1 du chapitre 4 - en anglais par des apprenants francophones. La volonté d'améliorer les méthodes d'analyse suprasegmentale de la parole des apprenants à travers des réflexions et expériences innovantes dans le cadre de l'apprentissage d'une langue se manifeste également dans les travaux de Michardière *et al.* (2016), qui mettent en évidence la difficulté d'apprenants francophones à reproduire le rythme de l'anglais.

Sur le plan segmental, des études menées sur la production des consonnes illustrent également certains types de difficultés. Dans l'étude de Zimmerer & Trouvain (2015a) sur le /h/ allemand, les résultats montrent que la production de cette consonne consti-

tue une véritable difficulté pour les francophones : les auteurs observent notamment que le /h/ est omis aux endroits où il devrait apparaître et il est produit à des endroits où il n'apparaît pas à la base ; ce dernier cas peut engendrer une hyper-articulation du /h/. Les auteurs suggèrent que cette difficulté pourrait être accentuée par l'écrit. Une variation importante au niveau de la production du /h/ se constate ainsi chez les francophones de l'allemand (Zimmerer & Trouvain, 2015c). Par contre, même si le /h/ constitue une difficulté, les francophones sont néanmoins capables de produire ce son. Il est important de souligner que les difficultés concernent principalement la régularité des productions du /h/, comme l'explique Martinet (1971, p. 185) :

Il est inexact de dire que les Français en général ne savent pas prononcer les [h]. Le mécanisme physiologique de la production de ce son ne leur est pas étranger, mais ce qui les empêche très souvent d'atteindre sur ce point à la correction nécessaire lorsqu'ils parlent anglais ou allemand, est qu'ils ne savent pas faire de [h] une caractéristique nécessaire d'un mot donné. En d'autres termes, l'aspiration n'a pas pour eux de valeur différentiative, et elle est en français à ranger, avec l'accent d'insistance, dans l'arsenal des moyens expressifs.

Cette citation suggère que l'apprentissage de certains sons d'une L2 par des apprenants semble être moins lié aux capacités physiologiques des locuteurs qu'à une catégorisation des sons de la L2, afin de leur attribuer une fonction distinctive dans la langue. Néanmoins, notons que le cas décrit par Martinet (1971) se rapporte à la production du /h/ et non pas forcément à tous les sons de la L2.

Afin de recenser les difficultés de production vocaliques, Mortreux (2008) analyse les erreurs de prononciation des monophthongues et des diphthongues d'un texte anglais lu par deux apprenants francophones. L'erreur la plus fréquente concerne la graphie <i> représentée par le son [i] en anglais, qui est le plus souvent remplacé par le [i] français en production. Le [æ] est produit d'une manière similaire au [a] du français. Parmi les erreurs citées, celle du [ʊ] rejoint le même type d'erreur que la voyelle fermée, à savoir qu'elle est remplacée par le phone [u] en français. Quant aux diphthongues [eɪ], [aɪ] et [ɔɪ], elles tendent souvent vers [j]. De plus, [əʊ] est souvent monophthonguée en [o]. Malgré le fait que Mortreux (2008) ne précise pas la manière dont les erreurs ont été détectées dans son étude, ces indications rendent compte des tendances de prononciations des voyelles anglaises par des locuteurs francophones. Notons que ces erreurs ont été faites par deux étudiantes ayant lu un texte en anglais. La difficulté de l'apprentissage des voyelles de l'anglais est également mise en évidence par Krzonowski *et al.* (2016, p. 497) :

L'acquisition de ces voyelles est difficile pour les francophones, car elle implique une modification de leur système phonologique de manière à créer de nouvelles catégories dans des régions de l'espace vocalique où des catégories existent déjà en français.

Cette affirmation, basée sur les résultats d'un entraînement vérifiant la distinction perceptive et productive des voyelles /i- i:/ et des voyelles /æ- ʌ- a:/ dans des paires minimales, confirme la difficulté des francophones à produire des voyelles acoustiquement proches dans une langue. L'étude de Zimmerer & Trouvain (2015b) spécifie que le contraste entre les voyelles de l'allemand au niveau de la durée constitue également une difficulté. Selon le résultat de cette étude, les voyelles arrondies, dont [o:] et [ɔ], sont les moins bien produites au niveau de la durée contrastive. Les locuteurs francophones ont également tendance à réduire la durée des voyelles longues et, simultanément, à rallonger la durée des voyelles brèves. Il existe donc un lien entre l'absence de contraste en français au niveau de la durée et du timbre et les difficultés de production de ces contrastes dans les langues qui en contiennent.

Dans le cadre d'une étude présentant un corpus sur la parole native et non native francophone et germanophone créé dans le but d'élargir les études sur la parole, le traitement automatique et l'apprentissage d'une langue étrangère, Trouvain *et al.* (2016) résument bien les traits de l'allemand qui peuvent poser problème à des apprenants francophones. Nous retiendrons ceux qui se rapportent aux voyelles :

- la qualité de la voyelle (timbre),
- la quantité de la voyelle (longueur),
- les voyelles orales.

En plus de ces traits, Trouvain *et al.* (2016) classent également parmi cette liste la réduction - dont nous avons parlé dans la section 3.1 -, l'élosion, où une voyelle n'est pas produite, l'accent lexical, qui peut modifier les propriétés des voyelles, ainsi que les erreurs dues à l'orthographe et à la parenté des mots avec le français.

Chapitre 4

Les études sur les voyelles en phonétique acoustique

La phonétique acoustique est la branche de la phonétique qui a pour objet d'étudier les sons de la parole produits par le conduit vocal humain. D'après Martin (2008), « [l]a phonétique acoustique se propose de décrire les sons de la parole d'un point de vue physique en explicitant les caractéristiques qui rendent compte de leur usage dans le système linguistique » (p. 14). Les voyelles se définissent par des propriétés acoustiques spécifiques.

Les voyelles, objet de notre étude, constituent une partie importante de l'inventaire phonétique du luxembourgeois. Malgré l'existence de quelques travaux (Keiser-Besch, 1976; Gilles & Trouvain, 2013; Nishide, 2014), nous manquons d'informations sur leurs caractéristiques pour pouvoir les décrire d'une manière plus précise. Dans la mesure où notre étude vise une analyse comparative des productions par des locuteurs natifs et francophones, il convient d'abord de mettre en place l'inventaire vocalique qui nous servira de référence pour le luxembourgeois.

Dans ce chapitre, nous présentons les propriétés acoustiques qui nous intéressent pour l'étude des voyelles, les descriptions des voyelles du luxembourgeois et du français ainsi que les traits des voyelles du luxembourgeois qui se distinguent de ceux des voyelles du français.

4.1 Les propriétés acoustiques des voyelles

Le signal acoustique contient des informations sur les sons et les phénomènes prosodiques (intonation, rythme, mélodie) dans la parole. L'information acoustique sur les voyelles est observable sur un spectrogramme, l'outil essentiel de la phonétique acoustique. Le principe d'un spectrogramme est de présenter la forme acoustique du

son sous forme visuelle. « Un spectrogramme est une représentation visuelle à trois dimensions des sons » (Vaissière, 2011a, p. 65) : il indique la répartition de l'intensité sur les différentes fréquences en fonction du temps. Le temps en secondes se trouve sur l'axe des abscisses, les fréquences en Hertz sur l'axe des ordonnées. L'intensité en déciBel est représentée par le niveau de gris. Pour observer et analyser les phénomènes de la parole, on priviliege la représentation d'un spectrogramme à bande large (cf. figure 4.1), qui « [met] en évidence l'enveloppe spectrale du signal » (Boite *et al.*, 2000, p. 13). À l'opposé, un spectrogramme à bande étroite permet de visualiser les harmoniques, c'est-à-dire les multiples de la fréquence fondamentale d'un sons de la parole (cf. figure 4.2), que nous allons introduire dans la section suivante.

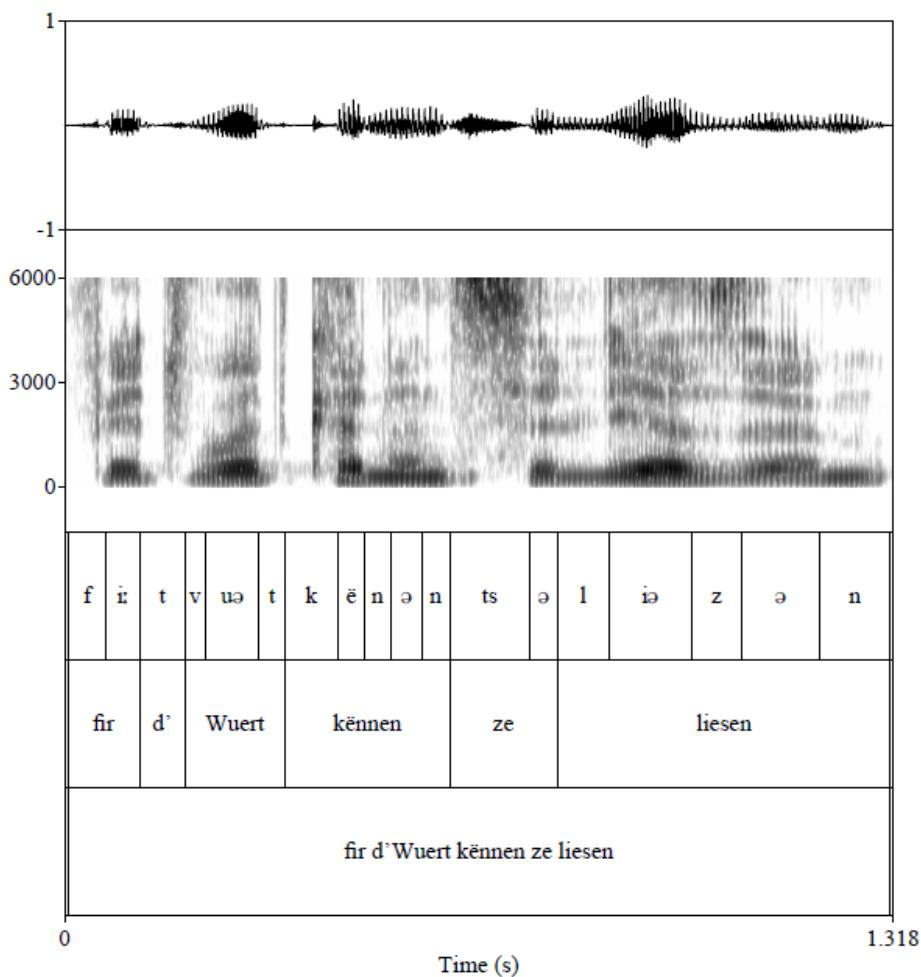


FIGURE 4.1 – La visualisation sur le logiciel Praat (Boersma & Weenink, 2014) d'un signal acoustique, d'un spectrogramme à bande large et de la transcription de l'énoncé en luxembourgeois *fir d'Wuert kënnen ze liesen* « pour pouvoir lire le mot » produit par un locuteur natif de la région centrale du Grand-Duché de Luxembourg.

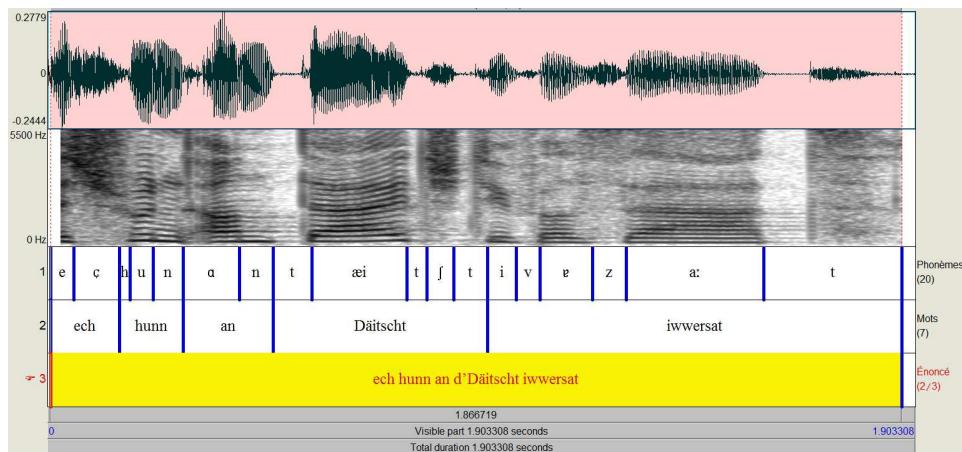


FIGURE 4.2 – La visualisation sur le logiciel Praat (Boersma & Weenink, 2014) d'un signal acoustique, d'un spectrogramme à bande étroite et de la transcription de l'énoncé en luxembourgeois *ech hunn an d'Däitscht iwwersat* « j'ai traduit en allemand » produit par une locutrice native de la région centrale du Grand-Duché de Luxembourg.

Le spectrogramme permet d'observer les propriétés acoustiques des sons, leur variation sous l'influence de la coarticulation, l'influence entre les phonèmes entraînant un changement de leurs propriétés acoustiques et la prosodie (ex. intonation, rythme, mélodie) dans la parole. Les propriétés acoustiques des voyelles définissent leur nature et leur fonction dans la parole. Les formants et la durée, que nous allons présenter dans les sections suivantes, permettent de décrire d'une manière détaillée les voyelles.

4.1.1 Le conduit vocal humain

La production des sons s'effectue en trois étapes, que nous allons décrire en nous reportant à la figure 4.3 :

- la respiration : Lors de la phase d'inspiration de l'air, celui-ci se trouve dans les poumons au niveau sous-glottique.
- la phonation : lorsqu'un son voisé est produit, l'air s'échappe tout d'abord par bouffées à travers la glotte (l'espace entre les plis vocaux) : à ce niveau, les plis vocaux s'ouvrent et se referment à chaque passage de l'air, qui déclenche un frottement avec les plis vocaux et génère un bourdonnement dans la cavité pharyngale. À cet endroit est produit le son d'une fréquence fondamentale. Le résultat de la vibration (ouverture et fermeture) des plis vocaux est le voisement. Sur le spectrogramme, la barre de voisement est visible dans les fréquences les plus basses.
- l'articulation : à ce niveau, les organes articulatoires (mâchoire, langue, voile du palais, lèvres) modifient la forme du conduit vocal pour produire différents

sons. Les fréquences des sons sont produites dans les différentes cavités de résonance du conduit vocal : elles sont alors amplifiées ou atténuées suivant la taille des cavités. Lorsque le son parvient dans la cavité buccale au niveau supra-glottique, la position des organes articulatoires détermine la résonance de l'air dans la cavité, ce qui définit ensuite la qualité du son. L'air peut passer par la cavité nasale pour produire des sons particuliers, comme par exemple les voyelles nasales /ɛ/, /ã/, /ɔ/ du français. La position des organes articulatoires permettent de produire des voyelles distinctives : ainsi, il est possible de produire des voyelles orales ou nasales à travers le voile du palais, des voyelles fermées ou ouvertes en fonction du degré d'aperture de la mâchoire, des voyelles antérieures ou postérieures à travers la position de la langue et des voyelles étirées ou arrondies en étirant ou arrondissant les lèvres.

La définition d'un modèle acoustique et de la théorie source-filtre (Fant, 1960) qui explique la génération d'un son source et une fonction de transfert du son à travers le conduit vocal modélisé sous forme de tube a permis de mener des études approfondies sur les propriétés acoustiques des sons.

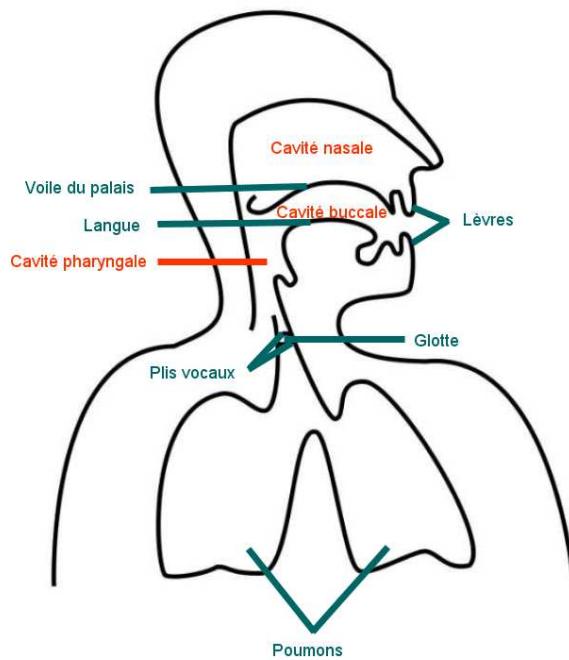


FIGURE 4.3 – Le conduit vocal humain.

Avant de venir aux formants et à la durée, nous allons d'abord d'écrire la fréquence fondamentale. Celle-ci, notée f_0 , représente la fréquence de vibration des plis vocaux. La f_0 constitue la fréquence fondamentale d'un signal source, produit par la vibration des plis vocaux dans le larynx : celui-ci est composé d'harmoniques qui sont tous des multiples entiers de la f_0 . La fréquence fondamentale varie en fonction de l'anatomie des plis vocaux, du larynx et plus généralement du conduit vocal : plus les plis

vocaux sont épais, plus ils vibrent lentement, et plus f_0 est basse ; plus les plis vocaux sont tendus, plus ils vibrent rapidement, et plus f_0 est haute. L'épaisseur des plis vocaux est partiellement contrôlable, notamment dans le contexte de la voix chantée (Henrich *et al.*, 2003). Généralement, la f_0 d'un homme se situe entre 100 et 150 Hz, celle d'une femme entre 200 et 250 Hz. Ces variations peuvent être expliquées par une différence anatomique : chez la femme, le larynx et les plis vocaux sont plus petits et produisent une f_0 plus haute. Il convient à distinguer la fréquence fondamentale, c'est-à-dire la grandeur physique objective mesurée sur le signal, de la hauteur perçue par l'oreille, appelée pitch. Lorsque le signal source est modulé lors de son passage dans le conduit vocal, certains harmoniques se trouvent renforcés, d'autres atténués. Les harmoniques renforcés constituent les formants, que nous allons décrire à présent.

4.1.2 Les formants

Lors de la production des voyelles, le flux d'air à partir de la glotte où est généré le signal source n'est pas entravé (Stevens, 1999). Contrairement à certaines consonnes, comme par exemple les consonnes constrictives /b/, /d/ et /g/, où le passage de l'air est entravé par une occlusion du conduit vocal au niveau des lèvres, des alvéoles et du palais, les voyelles sont produites sans constriction. La nature des voyelles est en effet déterminée à travers la configuration du conduit vocal. Lorsque le signal source se propage dans les cavités de résonance, certaines fréquences sont plus amplifiées en fonction de la forme de ces cavités dessinées par les positions relatives des organes articulatoires du conduit vocal : la langue, la mâchoire, les lèvres et le voile du palais. Ces fortes concentrations d'intensité sont appelées formants et leurs fréquences relatives renseignent ainsi sur la forme du conduit vocal.

L'ensemble des harmoniques qui définissent un son dans la parole représente le spectre sonore. Celui-ci se compose en effet de la distribution de l'intensité sur l'ensemble des fréquences du son. Les fréquences renforcées d'une voyelle sont appelées formants. Sur le spectrogramme, les formants sont reconnaissables à travers des bandes noires. Plus ces bandes sont sombres, plus il y a de l'énergie dans les fréquences. Les formants sont des caractéristiques des voyelles orales et sont par conséquent mesurés sur des segments courts qui varient dans le temps. Les voyelles peuvent être décrites à travers trois, voire quatre formants. Les formants sont numérotés en allant des basses vers les hautes fréquences. En théorie, chaque formant est corrélé à une cavité de résonance et une configuration particulière du conduit vocal : traditionnellement, F1 est associé au degré d'aperture de la bouche, F2 aux mouvements antérieur et postérieur de la langue et F3 au degré d'arrondissement des lèvres. Les voyelles sont généralement mesurées en fonction des quatre premiers formants à partir du spectrogramme (Delattre, 1951). En outre, elles sont souvent représentées en fonction de F1 et F2 sur

le triangle vocalique. F4 n'est pas corrélé à une cavité de résonance particulière du conduit vocal, mais il peut révéler des informations utiles dans le cas par exemple des voyelles antérieures comme le /i/ du français, qui se caractérise par une concentration d'énergie dans les hautes fréquences dues à la proximité de F3 et F4. Pour chaque voyelle, des fréquences différentes sont amplifiées (Delattre *et al.*, 1952). L'association des différents formants à une configuration spécifique du conduit vocal n'exclut cependant pas le jeu des corrélats acoustiques, où le changement du mouvement d'un organe articulatoire influe sur les propriétés acoustiques d'une voyelle. Les formants dépendent ainsi de l'ensemble de la configuration du conduit vocal (Fant, 1960) :

[...] all parts of the vocal tract contribute to the determination of all formants but with varying degrees depending on the actual configuration.¹
(Fant, 1960, p. 21)

L'articulation et les propriétés acoustiques des voyelles sont corrélées. Les valeurs formantiques des voyelles peuvent être modifiées à travers une configuration légèrement différente du conduit vocal, sans que la nature de la voyelle ne soit affectée. Ainsi, la voyelle sera toujours perçue comme telle, malgré certains changements au niveau articulatoire (Lindblom & Sundberg, 1971).

Le mouvement des formants rend compte de la nature stationnaire ou dynamique de la voyelle, c'est-à-dire qu'il est possible de voir si la voyelle change de timbre ou pas. Certaines voyelles sont dites nasales, c'est-à-dire que lors de leur production, une partie de l'air passe par la cavité nasale du conduit vocal en raison de l'abaissement du voile du palais. Le couplage entre le conduit vocal et le conduit nasal résulte en des atténuations de certaines bandes de fréquence qui varient suivant la voyelle nasale (Schwartz, 1968) : on parle alors d'anti-formants.

4.1.3 La durée

La notion de longueur, que nous utilisons dans le sens phonologique, constitue le trait distinctif qui permet d'opposer une voyelle longue à une voyelle brève dans l'inventaire vocalique : par exemple, en luxembourgeois, la voyelle longue [i:] s'oppose à la voyelle brève [i] (Gilles & Trouvain, 2013). La notion de durée, que nous employons dans le sens phonétique, est une propriété acoustique des voyelles et renvoie à la taille d'une voyelle dans la parole, c'est-à-dire à l'étendue temporelle du segment. On considère que chaque voyelle a une durée qui lui est propre (Di Cristo, 1980). En dehors de la durée intrinsèque des voyelles, celle-ci varie en fonction de nombreux facteurs :

- l'environnement phonétique,

1. [...] toutes les parties du conduit vocal contribuent à la détermination de tous les formants, mais avec des degrés variables selon la configuration réelle.

- la position syllabique,
- l'accent lexical,
- la structure syntaxique,
- l'allongement final,
- le degré d'articulation (hypo- ou hyperarticulation),
- le débit (parole lente ou parole rapide),
- les phénomènes de pauses (hésitations ou corrections),
- les expressions émotives (ex. effets d'emphase).

Dans la logique de ces explications, les voyelles phonologiquement longues ont une durée plus longue que les voyelles phonologiquement courtes (Petek *et al.*, 1996). Dans une langue qui possède des voyelles contrastives longues et brèves, l'opposition au niveau de la durée est souvent corrélée à une opposition au niveau du timbre (Jakobson *et al.*, 1951). L'analyse de la durée des voyelles oblige à tenir compte des facteurs de variation.

4.2 Les voyelles du luxembourgeois et du français

Le luxembourgeois en tant que langue germanique présente des caractéristiques avec l'allemand. Au cours de son évolution, la langue a développé des traits qui ont permis de la considérer comme une langue ayant son propre système et non plus comme un parler de l'allemand (Gilles, 1998). Dans son état actuel, le luxembourgeois se définit par un inventaire vocalique qui comprend non seulement des voyelles natives, mais aussi des voyelles d'emprunts. Toutefois, dans une étude sociophonétique, Gilles (1999) fait remarquer l'absence d'une phonologie systématique du luxembourgeois, nécessaire notamment aux applications de nouvelles technologies comme pour le traitement automatique (Adda-Decker *et al.*, 2011), (Adda-Decker *et al.*, 2014) ou la parole de synthèse (Steiner *et al.*, 2017). À l'état actuel de la recherche, la littérature rassemble des travaux consacrés à la description des voyelles dans des parlers régionaux, mais peu d'études scientifiques qui fournissent des descriptions phonologiques et/ou phonétiques.

4.2.1 Le luxembourgeois

Les études sur les voyelles du luxembourgeois ont commencé dans la branche de la phonétique historique. Parmi les premiers écrits figure l'étude de Hardt (1843), qui décrit les sons d'une variété de la Sûre. S'ensuivent d'autres essais au cours du 20^e siècle, dont les études sur les parlers de Vianden (Engelmann, 1910), d'Echternach, d'Esch-sur-Alzette et de Knaphoscheid (Palgen, 1931, 1948, 1954), du Nord de l'Ösling et des

variétés de la Moselle (Bruch, 1952, 1954, 1958). Par ailleurs, nous retrouvons également les descriptions phonologiques de Keller (1961), de Reimen (1964) ou encore de Sturm (1988). Ces études se concentrent principalement sur différents parlers régionaux et informent sur leurs caractéristiques de ces parlers. Cependant, il est difficile, à partir de toutes ces études, d'établir un système phonologique pour l'ensemble des variétés du luxembourgeois : par exemple, Reimen (1964) décrit phonologiquement les voyelles d'un idiolecte luxembourgeois d'un locuteur d'Esch-sur-Alzette, ville située au sud du pays. Dans l'ensemble, ces études suggèrent une volonté de mieux connaître le système vocalique du luxembourgeois. La variabilité du luxembourgeois est mise en avant à travers des descriptions des voyelles dans plusieurs variétés.

Parmi les travaux qui visent à approfondir les aspects phonétiques et les descriptions de l'inventaire vocalique du luxembourgeois, nous pouvons citer quatre études pertinentes qui établissent chacune un inventaire vocalique pour le luxembourgeois :

KEISER-BESCH (1976)

- 4 monophthongues antérieures : /i, ɪ, e, ε/
- 6 monophthongues postérieures : /a:, ɑ, ɔ, ɒ, u, ʊ/
- 2 diphthongues croissantes : /ɪə, ʊə/
- 6 diphthongues décroissantes : /aɪ, eɪ, εʊ, əʊ, aʊ, əɪ/

GOUDAILLIER (1981)

- 6 voyelles brèves : /ɪ, ɛ, ə, a, ɔ, ʊ/
- 5 voyelles longues : /i:, e:, a:, ɔ:, u:/
- 8 diphthongues : /ɪə, ʊə, əɪ, əʊ, æ(:)ɪ, æ(:)ʊ, aɪ, aʊ/

GILLES et TROUVAIN (2013)

- 14 monophthongues : [i:, i, e:, e, ε:, æ, a:, a, ɔ:, ɒ, u:, u, ə, ʊ]
- 8 diphthongues : [iə, ɪi, uə, əʊ, æɪ, æʊ, aɪ, aʊ]
- 9 emprunts : [y, y:, œ, œ:, ɸ, ɔɪ, ɔ, ɔ:, ɛ]

NISHIDE (2014)

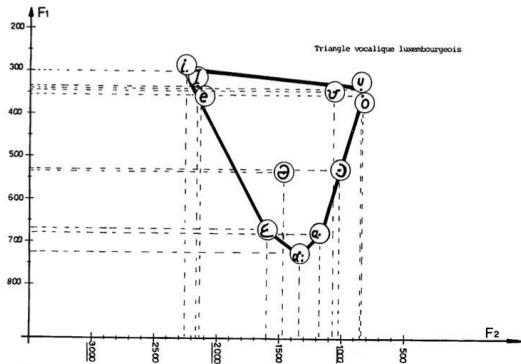
- 6 monophthongues brèves : /i/ ([i], [ɪ]), /ɛ/ ([ɛ], [e]), /æ/, /a/, /ɔ/, /u/ ([u], [ʊ])
- 6 monophthongues longues : /i:/ ([i:], [ɪ]), /e:/ ([e:], [ɛ:], [e]), /ɛ:/ ([ɛ:], [ɛ]), /a:/ ([a:], [a]), /ɔ:/ ([ɔ:], [o]), /u:/ ([u:], [u])
- 1 monophthongue atone : /ə/ ([ə], [ə])
- 8 diphthongues : /aɪ/, /æɪ/, /aʊ/, /æʊ/, /εɪ/, /ɪə/, /ɛʊ/, /ʊə/

Notons que la liste de Gilles & Trouvain (2013) est la seule qui intègre les emprunts et qui fournit, par conséquent, un schéma plus complet sur les voyelles. Ces différentes approches évoquent la complexité d'analyser et d'établir un système vocalique pour le luxembourgeois.

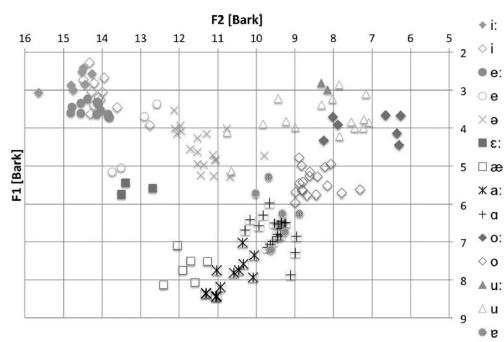
Les études citées se différencient chacune d'un point de vue méthodologique et terminologique. Les approches variées permettent d'établir des constatations différentes sur les voyelles : par exemple, en comparant les triangles vocaliques de Keiser-Besch (1976) et de Gilles & Trouvain (2013) sur la figure 4.4, nous remarquons que le premier triangle vocalique illustre la position qu'occupe les monophthongues dans l'espace acoustique, alors que le deuxième montre la distribution de plusieurs occurrences par voyelle, ce qui permet d'effectuer une interprétation plus étendue des caractéristiques des voyelles axée sur la variation dans la parole native. En outre, les données analysées ont été obtenues selon différentes méthodes :

- Keiser-Besch (1976) est la première auteure à représenter les monophthongues du luxembourgeois sur un triangle vocalique (cf. figure 4.4). Cette étude, menée à l'Institut de Phonétique de l'Université de Strasbourg, se base sur un corpus de voyelles produites dans 158 mots réels par trois locuteurs (deux de Luxembourg-ville et un d'Esch-sur-Alzette). Les outils technologiques utilisés à cette époque ne permettaient pas d'analyser un nombre important de données, mais ils ont toutefois permis de présenter un premier travail acoustique sur le luxembourgeois ;
- dans le cadre d'études phonologiques menées à l'Université René Descartes à Paris, Goudaillier (1981), met en place une structure des voyelles catégorisées, notamment, en fonction de paires minimales ;
- l'étude de Gilles & Trouvain (2013), issue de la collaboration entre l'Université du Luxembourg et l'Universität des Saarlandes, se réfère aux productions des voyelles produites dans 107 mots en contexte isolé et dans le texte *Den Nordwand an d'Sonn* « La bise et le soleil » par un locuteur de la région du centre du Grand-Duché de Luxembourg (cf. figure 4.4) ;
- Nishide (2014) propose une analyse acoustico-phonétique des voyelles dans deux textes lus par dix locuteurs de la région centrale du Grand-Duché de Luxembourg et remet en question l'inventaire de Keiser-Besch (1976). L'article de Nishide (2014) représente une partie d'un travail de thèse menée à l'Université de Hokkaido sur la phonologie du luxembourgeois.

Jusqu'à présent, deux chercheurs ont tenté une approche descriptive en se basant sur un inventaire vocalique existant. Gilles (2011) et Nishide (2014) prennent comme référence l'inventaire de Keiser-Besch (1976) et comparent les résultats de leurs analyses au premier triangle vocalique du luxembourgeois. Les résultats suggèrent que l'inventaire de Keiser-Besch (1976) est révolu pour une étude actuelle sur les voyelles. À cela s'ajoute que Keiser-Besch (1976) présente uniquement les descriptions des monophthongues et omet celles des diphthongues, comme le fait également remarquer Nishide (2014). De même, le schéma de Goudaillier (1981) est actuellement désuet et peu adapté à une étude synchronique, c'est-à-dire à une étude de l'état actuel de la langue.



Keiser-Besch (1976)



Gilles & Trouvain (2013)

FIGURE 4.4 – Les triangles vocaliques du luxembourgeois dans deux études phonétiques.

Quant à l'étude de Nishide (2014), elle se base sur un corpus de parole lue par neuf locutrices et un locuteur, mais ces descriptions restent quelque peu superficielles et le schéma résultant apparaît chargé et insatisfaisant. D'un point de vue acoustique, ces études limitent les descriptions acoustiques aux deux premiers formants des voyelles (Gilles & Trouvain, 2013; Nishide, 2014), alors qu'il est établi que le troisième formant contribue à la distinction perceptive des voyelles arrondies et non arrondies aux valeurs de F1 et F2 très proches (Delattre *et al.*, 1952; Kuronen, 2001; Vaissière, 2011a). D'un point de vue méthodologique, ces études se basent sur un nombre restreint de données. Néanmoins, le schéma vocalique proposé par Gilles & Trouvain (2013) est le plus récent et définit le mieux la structure des voyelles en luxembourgeois. Notre étude vise donc non seulement à étendre les descriptions de cette étude, mais aussi à inclure plus d'analyses acoustiques sur le troisième formant et la durée.

4.2.2 Le français

Dans notre étude, le français constitue la langue de comparaison avec le luxembourgeois, c'est-à-dire la langue maternelle des apprenants du LLE. Comme le choix des participants pour notre étude empirique dépend de plusieurs facteurs, notamment de la variété parlée de la L1, nous dédions une partie de cette section aux études socio-phonétiques sur les variétés régionales du français. La deuxième partie est consacrée aux études sur l'inventaire vocalique. Cette section a pour but de présenter le français par rapport au luxembourgeois, pour rendre compte des différences et des similitudes entre ces deux langues.

Le français compte onze voyelles orales et trois voyelles nasales (cf. figure 4.5), présentées ci-dessous :

4 voyelles antérieures non arrondies /i, e, ε, a/

3 voyelles antérieures arrondies, /y, œ, ø/

3 voyelles postérieures arrondies /u, o, ɔ/

1 voyelle centrale arrondie /ə/

3 voyelles nasales [ɛ, ã, ã̃]

i	si	si	'if'
e	se	ses	'his, hers' (pl)
ε	se	sait	'knows'
	ses	serre	'greenhouse'
y	sy	su	'known'
ø	sø	ceux	'these'
œ	sœs	soeur	'sister'
ə	sə	ce	'this'
a	sa.	sa	'his, hers' (f)

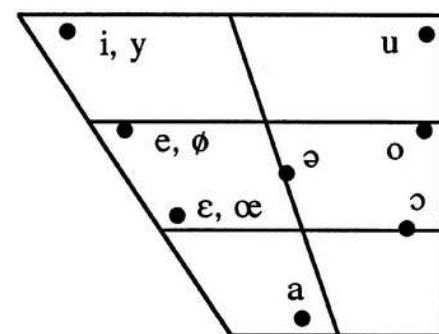


FIGURE 4.5 – Le triangle vocalique et les paires minimales du français (Fougeron & Smith, 1999).

L'étude de Delattre (1948) est la première qui s'est consacrée à la représentation des voyelles orales du français sur le triangle vocalique. Les valeurs formantiques de CALLIOPE (Tubach, 1989), obtenues pour des voyelles produites dans des mots isolés, renseignent sur les différences acoustiques entre les voyelles du français, mais elles « ne peuvent en aucun cas être considérées comme les valeurs typiques du français. La présence du [R] en particulier donne un [a] plus postérieur que la norme isolée » (p. 84). En effet, dans cette étude, les voyelles [e], [o], [u], [y], [ø/] ont été produites dans un contexte après /p/, tandis que les voyelles [i], [ε], [a], [ɔ], [œ] ont été produites entre /p/ et /R/. Le français possède des voyelles dites focales reconnaissables par la proximité de deux formants, qui renforce l'intensité des fréquences et produit des voyelles aux valeurs formantiques extrêmes : ceci est le cas de F1-F2 pour /u/, de F2-F3 pour /y/ et de F3-F4 pour /i/ (Vaissière, 2011a). Le rôle du schwa /ə/ varie en fonction de l'environnement phonémique de la voyelle et du style de parole : dans la parole continue, le schwa n'est des fois presque ou pas du tout prononcé (Chiss *et al.*, 2001). D'après l'étude de Fougeron *et al.* (2007), le schwa se distingue de /ø/ et /œ/ au niveau de la durée et des formants : il est plus bref que les deux autres voyelles, plus proche de /ø/ en terme de F1 et F2 et plus proche de /œ/ en terme de F3 (Fougeron *et al.*, 2007; Bürki *et al.*, 2008a). Dans l'ensemble, les caractéristiques de la plupart des voyelles du français sont bien établies, ce qui peut faciliter une étude comparative avec l'inventaire d'une autre langue.

Contrairement au luxembourgeois, le français ne possède pas d'accent lexical, mais un accent rythmique sur la dernière syllabe des mots :

Les faits prosodiques (faits accentuels ou d'intonation) n'appartiennent pas en français à la phonologie du mot ; en d'autres termes, l'identité du mot est parfaitement établie par la nature et l'ordre de ses phonèmes. (Martinet, 1971, p. 15)

Les études sur le français de France montrent non seulement une évolution parmi les productions des voyelles, mais aussi des variations au niveau de l'inventaire vocalique.

Ayant évolué à partir du latin, le français fait partie des langues romanes. Il existe pour le français de nombreuses variétés régionales, non seulement en France, mais aussi dans d'autres pays (Muller, 1985; Durand *et al.*, 2009; Detey *et al.*, 2010). De nombreuses études phonétiques et sociophonétiques se sont intéressées aux variétés du français parlé de France. L'une des études renommées sur les prononciations régionales est celle de Martinet (1971), qui décrit les parlers de France à travers un corpus établi à partir d'un questionnaire écrit et déposé par 409 participants. L'étude des variétés du français est l'objet du grand projet *Phonologie du Français Contemporain (PFC)* lancé par Durand *et al.* (2009) il y a une vingtaine d'années. Dans une étude perceptive, Woehrling & Boula de Mareüil (2006) constatent qu'il existe trois grandes régions linguistiques : le Nord, le Sud et l'Est, dont la Suisse romande. Des différences se constatent tant au niveau phonétique que social : selon les résultats de cette étude, l'accent de chaque variété est plus discernable chez les locuteurs âgés que chez les jeunes locuteurs, une certaine confusion persistant toutefois dans la région du Sud ; dans une autre étude sur la comparaison entre le Nord et le Sud de la France menée par Boula de Mareüil *et al.* (2007), les résultats montrent un phénomène d'antériorisation du /ɔ/ dans la variété du Nord et une dénasalisation des voyelles nasales dans le parler du Sud.

Actuellement, les ressources phonétiques sur le français sont nombreuses et informent sur les productions dans plusieurs registres de parole. La quantité de ressources pour le français est ainsi bien plus importante que pour le luxembourgeois.

4.2.3 Les études comparatives

L'étude comparative des productions permet d'approfondir les descriptions des voyelles dans la parole. Une étude exemplaire est celle de Georgeton *et al.* (2012), qui établit des valeurs de référence pour le français à partir des données de locutrices parisiennes pour des analyses comparatives à but didactique. Georgeton *et al.* (2012) compare les valeurs formantiques, obtenues à partir d'un corpus de voyelles pro-

duites dans une phrase cadre, aux valeurs résultantes de l'étude de Tubach (1989) sur la parole contrôlée et de Gendrot & Adda-Decker (2005) sur de grandes bases de données. La comparaison faite par Georgeton *et al.* (2012) montre que les voyelles orales (hormis les voyelles centrales) prononcées d'une façon isolée ont des positions plus périphériques qui tendent à augmenter la taille du triangle vocalique que les voyelles produites dans la parole continue. En parole spontanée, et en particulier dans un registre familier, les valeurs formantiques ont tendance à prendre des valeurs moins extrêmes : ainsi, en dehors des formants, le style influence aussi la réalisation acoustique et donc les formants des voyelles. Ces études mettent à disposition des valeurs de référence pour la parole lue et journalistique du français. Nous souhaitons obtenir des références pour le luxembourgeois, afin d'enrichir les descriptions et d'étendre le champ d'étude sur la langue. Dans cette section, nous présentons l'approche comparative entre le luxembourgeois et le français, le schéma vocalique de référence et une présentation des traits phonétiques des voyelles du luxembourgeois.

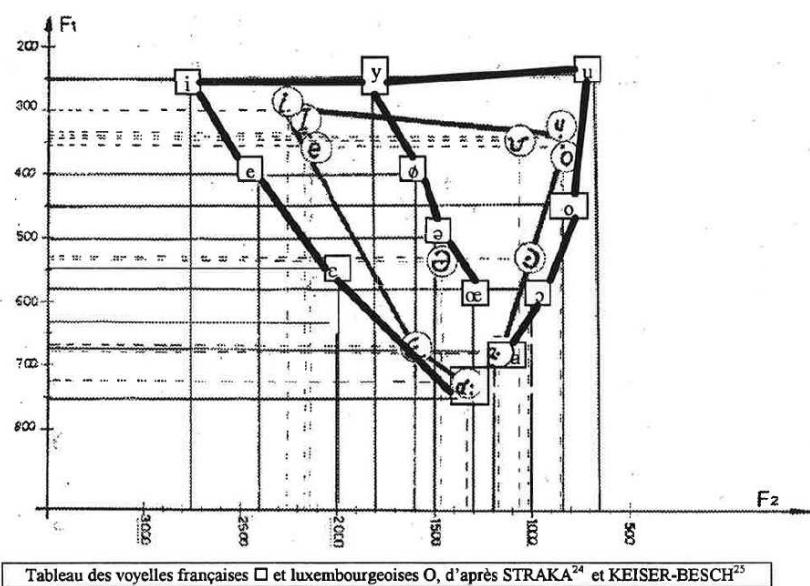


FIGURE 4.6 – La superposition des triangles vocaliques du luxembourgeois de Keiser-Besch (1976) et du français de Straka (1965), d'après Carion (1994).

Les inventaires vocaliques luxembourgeois et du français présentent des différences et des similitudes. À notre connaissance, trois auteurs ont contrasté le luxembourgeois et le français au niveau phonétique : Goudaillier (1972) a analysé les productions consonantiques du français de trois locuteurs luxembourgeois ; une étude semblable a été menée par Krier (1981), qui a enregistré et analysé la production du français et de l'allemand par un locuteur luxembourgeois ; Carion (1994) a superposé le triangle vocalique du luxembourgeois de Keiser-Besch (1976) sur celui du français mis en place par Straka (1965) pour présenter les différences entre ces deux langues (cf. figure 4.6). Cependant, il n'existe à notre connaissance aucune étude comparative sur les propriétés

tés acoustiques des voyelles du luxembourgeois et du français, encore moins dans le cadre de l'apprentissage du LLE.

4.3 L'inventaire vocalique de référence pour l'étude du luxembourgeois

La présentation d'un inventaire vocalique de référence est nécessaire comme point de départ de notre étude. Pour cela, nous nous référons à l'inventaire décrit par Gilles & Trouvain (2013), car cette étude appelle à une exploration et un approfondissement analytique plus étendus. Nous apportons quelques changements au niveau des symboles phonétiques de cet inventaire, que nous explicitons avant de présenter la liste des voyelles, principalement pour des raisons méthodiques : pour les monophthongues, nous optons pour le symbole [ɔ] au lieu de [o] et [ë] au lieu de [ø] lorsque la voyelle est en position tonique ; pour les diphthongues, nous procédons à une simplification des symboles, en remplaçant le symbole [ʒi] par [ɔi], [øv] par [øu], [æ:u] par [æi], [æ:v] par [æu], [a:i] par [ai] et [a:v] par [au]. Le choix du symbole [ɔ] s'explique tout d'abord par des cas d'ouverture de la voyelle dans certains contextes, et aussi par une comparaison plus simple avec le [ɔ] du français. La séparation de [ë] et [ø] se justifie surtout sur le plan méthodique, puisqu'elle permet de distinguer la voyelle tonique de la voyelle atone. On retrouve ces deux cas de voyelles dans des mots comme *Gebëss* [gə'bës] « mâchoire » et *kënnen* ['kënən] « pouvoir ». Nous justifions les symboles des diphthongues par la cohérence avec les symboles des monophthongues. Ces changements servent aussi à trouver des rapprochements entre les monophthongues et les diphthongues.

Comme nous l'avons vu plus haut, le système vocalique du luxembourgeois est difficile à mettre en place à cause du nombre de variantes et d'emprunts présents dans la langue. D'après Gilles & Trouvain (2013), il existe

- 14 monophthongues,
- 8 diphthongues,
- 9 emprunts.

La liste de l'inventaire tel que nous le concevons se trouve dans le tableau 4.1. Selon l'hypothèse de (Gilles & Trouvain, 2013), les voyelles [i:], [i], [e:] et [e] ainsi que [ɔ], [o:], [u:] et [u] du luxembourgeois sont souvent très proches au niveau de F1 et F2 : en conséquence, l'hypothèse affirme que les voyelles longues et brèves des paires [i:]-[i] et [u:]-[u] se distinguent plus par la durée que par le timbre. Sur le plan phonologique, la voyelle /e/ se réalise soit en tant que [e] avant une consonne alvéo-palatale ou vélaire (ex. *sécher* ['zeçə] « sûr », *Méck* [mek] « mouche », *zéng* [tseŋ] « dix »), soit en tant

VOYELLES	EXEMPLES
MONOPHTONGUES NATIVES	
[i:]	fiicht [fi:çt] « humide »
[i]	vill [fil] « beaucoup »
[e:]	Keess [ke:s] « caisse »
[e]	Kanéngchen [ka'neŋçən] « lapin »
[ɛ:]	Päerd [pɛ:bt] « cheval »
[æ]	Heck [hæk] « haie »
[a:]	Taass [ta:s] « tasse »
[ɑ]	Kaff [kaf] « bled »
[o:]	Strooss [stro:s] « route »
[ɔ]	Konscht [kɔnst] « art »
[u:]	Luucht [lu:χt] « lumière »
[u]	Stull [stul] « chaise »
[ɛ̃], [ə]	Gebëss gə'bës] « mâchoire »
[ə̃]	Zocker [tsɔke] « sucre »
DIPHTONGUES	
[iə]	Fieder ['fiədə] « plume »
[əi]	Déier ['dəie] « animal »
[uə]	Hues [huəs] « lièvre »
[əu]	Fouer ['fəue] « foire »
[æi]	Wäin [væin] « vin »
[æu]	Fauscht [fæuʃt] « poing »
[ai]	Gei [gai] « violon »
[au]	Paus [paus] « pause »
VOYELLES D'EMPRUNTS	
[y:]	Süden ['zy:dən] « sud »
[y]	Culot ['kylo:] « culot »
[ø:]	blöd [blø:d] « stupide »
[œ:]	Interieur [ɛ'tɔ:rjœ:r] « intérieur »
[œ]	ëffentlech ['œfəntləç] « public »
[ɛ̃]	Dinde [dɛt] « dinde »
[ã]	Chance [ʃãs] « chance »
[ɔ̃]	Comptoir ['kɔ:twa:r] « comptoir »
[ɔɪ]	Europa [ɔi'ro:pa:] « Europe »

Tableau 4.1 – Les voyelles du luxembourgeois, basées sur l'inventaire de Gilles & Trouvain (2013).

que [ë] avant d'autres contextes que ceux énumérés pour le premier cas (ex. *Sënn* [zén] « sens », *Rëpp* [rëp] « côte »). Ce dernier cas de variation peut être appuyé par la paire minimale *mécht* [mect] « fait » - *Mëscht* [mëft] « fumier », où les caractéristiques de la voyelle sont influencées par la consonne qui suit. Notons que la voyelle semi-ouverte [ɛ:] empruntée de l'allemand n'a pas été ajoutée à la liste des emprunts dans le tableau 4.1, car elle est déjà présente dans la liste des monophthongues natives. En effet, en tant qu'emprunt, elle se réalise dans d'autres contextes en luxembourgeois (ex. *Dän* [dɛ:n] « Danois », *Käfeg* ['kɛ:fəg] « cage ») que la voyelle native, qui se réalise uniquement avant /ɛ/ (ex. *Päerd* [pɛ:bt]). À partir de cette liste, nous pouvons mettre en évidence les caractéristiques de l'inventaire vocalique du luxembourgeois que nous prévoyons étudier dans la partie empirique.

Une langue est un système de signes soumis à ce que de Saussure (2005) [1^e édition 1916] nomme « le jeu des oppositions linguistiques » (p. 168). Les voyelles du luxembourgeois se caractérisent par un certain nombre d'oppositions, dont trois essentielles qui nous permettent de les contraster avec les voyelles du français. Il s'agit de l'opposition entre :

1. les voyelles longues et brèves,
2. la voyelle ouverte centrale [a:] et les voyelles ouvertes [æ] et [ɑ],
3. les monophthongues et les diphthongues.

Dans les sections suivantes, nous présentons les catégories de voyelles qui nous intéressent pour étudier les productions natives et non natives du luxembourgeois.

4.3.1 Les voyelles longues et brèves

Dans certaines langues, la longueur est un marqueur distinctif entre les voyelles longues et brèves. En suédois, la longueur permet de distinguer spécifiquement entre les voyelles longues et brèves des paires [i:]-[i], [o:]-[ɔ] et [a:]-[a] (Behne *et al.*, 1996). L'opposition entre les voyelles longues et brèves se retrouve également dans les variétés de l'allemand, comme par exemple l'allemand standard autrichien (Moosmüller *et al.*, 2015). Dérivé de l'allemand, le luxembourgeois possède également des voyelles qui s'opposent à travers la longueur : en luxembourgeois, les voyelles longues [i:], [e:], [a:], [o:], [u:] et s'opposent aux voyelles brèves [i], [e], [a], [ɔ], [u]. Contrairement aux travaux de Gilles & Trouvain (2013) qui montrent des timbres proches pour les voyelles longues et brèves des paires [i:]-[i] et [u:]-[u], Reimen (1964) insiste sur une double opposition entre les voyelles longues et brèves au niveau de la durée et du timbre. Cette double opposition est également mise en évidence pour la paire [a:]-[a] par Gilles & Trouvain (2013). Elle est renforcée par l'existence de paires minimales

dont nous fournissons une liste en guise d'exemple :

i:-i	<i>wiiss</i> [vi:s] « grandis »	- <i>Wiss</i> [vis] « pré »
e:-e	<i>Scheek</i> [ʃe:k] « étui »	- <i>schéck</i> [ʃek] « envoie »
a:-a	<i>hat</i> [ha:t] « avait »	- <i>hatt</i> [hat] « elle »
o:-ɔ	<i>Mooss</i> [mo:s] « mesure »	- <i>Moss</i> [mɔ:s] « nana »
u:-u	<i>Muuss</i> [mu:s] « minou (chat) »	- <i>muss</i> [mus] « doit »

À partir de cette constatation, nous pouvons nous interroger sur l'importance de la durée et du timbre pour l'opposition entre les voyelles longues et brèves en production. Dans une étude sociophonétique, Harrington *et al.* (2012) admet que la voyelle [ɪ] est plus périphérique et ainsi plus proche de [i:] en allemand autrichien qu'en allemand standard. Ce fait est accentué par l'opposition entre ces deux voyelles à travers la durée. Par ailleurs, Reimen (1964) précise que les voyelles [i], [o] et [u] sont « plus ouvertes que les longues correspondantes » (p. 16). Ces remarques nous poussent à vérifier le contraste entre les voyelles longues et brèves en luxembourgeois.

En français, la longueur n'est pas un trait phonologique et ne constitue quasiment plus un moyen pour former des paires minimales, tel que le fait remarquer Chiss *et al.* (2001, p. 84) :

[...] la durée n'a plus guère de valeur distinctive puisque peu de locuteurs différencient encore, par exemple, *mettre* [mɛtr] de *maître* [mɛ:tr], *tache* [taʃ] de *tâche* [ta:f] (dans ce cas, il y a opposition de longueur et de timbre).

Dans l'approche comparative entre les productions natives et non natives de notre étude, nous pouvons penser que l'opposition entre les voyelles longues et brèves au niveau de la durée en luxembourgeois peut donc constituer une difficulté pour des locuteurs francophones qui ne connaissent pas cette opposition dans leur langue maternelle.

4.3.2 Les voyelles acoustiquement proches

Parmi les monophthongues du luxembourgeois, certaines sont acoustiquement proches sur le triangle vocalique. Dans cette catégorie, nous classons les voyelles ouvertes et les voyelles centrales. Gilles (1999, p. 128) explique que l'écart entre la voyelle longue [a:] et [a] est plus important que celui entre [a:] et [æ] (transcrite par le symbole [ɛ] par l'auteur) et conclut que ces deux voyelles ne se distinguent pas fortement l'une de l'autre :

Die Einzelbetrachtung der akustisch-phonetischen Dynamik von Z-a:, Z-a und Z-ɛ hat Tendenzen aufzeigen können, die erstens zum Auseinanderdriften von Z-a: und Z-a und zweitens zur gegenseitigen Annäherung

von Z-a: und Z-ε führen.²

L'explication de Gilles (1999) se rapporte ici aux productions de la région centrale du Grand-Duché, d'où l'indication de la région avec la graphie Z (Zentrum « centre ») placée devant chaque voyelle. L'opposition entre [a] et [a:] dans Keiser-Besch (1976) est contestée dans Gilles (2011), qui note une ouverture [a:] vers [a:], qui peut aller jusqu'à 1000 Hz, et un rapprochement de [a] vers [ɔ]. Gilles & Trouvain (2013) observent qu'il y a une différence acoustique entre [a:] et [æ] tant au niveau de la longueur qu'au niveau du timbre, mais cette différence est moins importante que celle entre [a:] et [a].

La notion des voyelles centrales dans la littérature diffère selon les auteurs. Selon van Oostendorp (1998), le schwa réfère à une voyelle qui se trouve toujours en position inaccentuée. D'un point de vue acoustique, Keiser-Besch (1976) part du fait que la voyelle tonique [ɛ], à laquelle elle réfère en tant que « phonème écrit ö », pourrait se rapprocher de [œ] ou du e muet français. Schanen & Zimmer (2012) transcrivent également cette voyelle par un [œ]. Le schwa du luxembourgeois ne tend pas à l'éisión, contrairement au schwa de l'allemand (ex. *Kosten* ['kɔst(ə) n], « coûts »), qui apparaît uniquement en position atone (Kohler, 1997). Lorsque le [ə] est suivi d'une consonne /b/, elle se réalise en tant que [v], généralement à la fin d'un mot (ex. *Zocker* ['tsɔkə] « sucre ») ou sous forme de préfixe (ex. *erlaben* [e'la:bən] « permettre »). La vocalisation du /b/ peut être observée la plupart du temps chez les plus jeunes locuteurs. Les voyelles centrales [ə] et [v] sont définies par l'expression « schwa sounds » par Gilles & Trouvain (2013). L'appellation schwa pour la voyelle tonique peut être contestée dans la mesure où le mot schwa désigne à la base une voyelle qui peut tomber, comme par exemple dans le mot « petit » [p(ə)ti] en français.

Contrairement à l'inventaire vocalique du luxembourgeois, celui du français est confronté à la perte de certains contrastes : par exemple, des oppositions telles que /a/-/a/ (ex. *patte* [pat] - *pâte* [pat]) et /ɛ/-/œ/ (ex. *brin* [bɛn] - *brun* [bœn]) se perdent (Fougeron & Smith, 1999). Ces contrastes ne sont maintenus que dans certaines variétés régionales. À partir de ce fait, nous nous intéressons à la production des voyelles ouvertes acoustiquement proches du luxembourgeois par les locuteurs francophones, dont la langue maternelle contient une voyelle ouverte unique [a].

4.3.3 Les diphongues et les voyelles diphonguées

Les diphongues constituent l'une des différences principales entre les inventaires vocaliques du luxembourgeois et du français. La diphongue se distingue de la monophongue par son mouvement dynamique. Pour Ladefoged & Johnson (2010, p. 92), les

2. L'observation individuelle de la dynamique acoustico-phonétique de Z-a:, Z-a und Z-ε a pu montrer des tendances qui se manifestent premièrement par une séparation de Z-a: et Z-a et deuxièmement par une proximité mutuelle de Z-a: et Z-ε.

diphthongues « [...] can be described as movements from one vowel to another »³. Une diphthongue est ainsi considérée comme une voyelle qui change de qualité.

La notion de diphthongue est souvent absente dans les descriptions phonétiques du français, notamment dans Vaissière (2011a). Les séquences de deux qualités vocaliques qui peuvent se rapprocher le plus de diphthongues en français sont les voyelles précédées ou suivies d'une semi-voyelle [j], [w] ou [ɥ], comme par exemple dans les mots *ail* [aj], *roi* [ʁwa] et *nuit* [nɥi], où les séquences sont produites comme des diphthongues, mais n'ont pas le statut phonologique de diphthongues. Le rapprochement avec une diphthongue peut se faire ici en raison de l'appartenance de la suite voyelle + semi-voyelle ou semi-voyelle + voyelle à une seule syllabe, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de rupture syllabique entre la voyelle et la semi-voyelle dans le mot, comme c'est le cas dans *loua* [lua] par exemple, où la suite de deux voyelle ne fait pas partie d'une seule syllabe. Fougeron & Smith (1999) citent des paires minimales, dont *abbaye* [abei] - *abeille* [abej], qui s'opposent à travers une séquence voyelle + voyelle, où chaque voyelle fait partie d'une syllabe séparée du mot, et une séquence voyelle + semi-voyelle, qui fait partie d'une même syllabe. Par contre, Fougeron & Smith (1999) ne parlent pas de diphthongue. Il est possible de retrouver des diphthongues et des voyelles diphthonguées en français québécois (Martin, 2002). En français de France, par contre, nous pouvons dire que l'opposition entre monophtongue et diphthongue n'existe pas.

À la différence de l'inventaire vocalique du français, celui du luxembourgeois contient des diphthongues. Phonologiquement, les huit diphthongues du luxembourgeois sont considérées comme descendantes ou décroissantes (Goudaillier, 1981; Nishide, 2014), suggérant que le premier élément de la diphthongue est plus important que le second. Goudaillier (1981, p. 99) décrit le terme descendant de manière suivante :

Dans la terminologie germanistique, on désigne ainsi (fallend = "descendant") les diphthongues, dont l'élément non syllabique est le deuxième. Celles, [sic!] qui ont en première position l'élément non syllabique sont désignées comme steigend (= "montant").

L'explication de Goudaillier (1981) se fonde sur la distinction que fait Bruch (1956) entre les diphthongues de la variété de la capitale et les parlers de l'Ösling : en effet, la prononciation des diphthongues descendantes dans les emprunts français en luxembourgeois (ex. « *nièce* » [niøs]) aurait évoluée vers une prononciation de diphthongues montantes, sauf dans les parlers de l'Ösling, où les diphthongues descendantes seraient maintenues. La production des diphthongues serait donc variable selon les parlers régionaux.

Les diphthongues du luxembourgeois ont des qualités vocaliques contrastives. Gou-

3. « [...] peuvent être décrites en tant que mouvements d'une voyelle vers une autre »

daillier (1985, p. 205) attribuent aux diphongues [iə] et [uə] aboutissant au timbre d'une voyelle centrale l'adjectif « centripètes » et aux diphongues aboutissant au timbre d'une voyelle fermée l'adjectif « centrifuges ». Selon Goudaillier (1985), le timbre du premier élément des diphongues [æi] et [æu] varie entre [ɛ] et [a]. Gilles (2011) note que les diphongues sont produites avec un début proche des cibles acoustiques des monophongues et une fin qui n'atteint pas forcément les cibles attendues. La deuxième caractéristique des diphongues est leur longueur, semblable à celle des monophongues longues (Gilles & Trouvain, 2013). De plus, Goudaillier (1981) et Gilles & Trouvain (2013) utilisent le symbole de longueur [:] pour transcrire les diphongues [æi] et [æu] afin d'indiquer que le premier élément est plus long. La longueur serait alors un signe de renforcement de l'opposition entre les paires [æi]-[æu] et [ai]-[au] chez certains locuteurs. Nishide (2014) n'utilise pas ce symbole pour les diphongues, choix que nous avons également adopté dans notre étude. Nous privilégions le regroupement des diphongues en deux catégories :

1. la première catégorie regroupe quatre diphongues contenant le timbre d'une voyelle centrale ([iə], [əi], [uə], [əu]),
2. la deuxième catégorie regroupe quatre diphongues commençant par le timbre d'une voyelle ouverte ([æi], [æu], [ai], [au]).

L'analyse des diphongues prévoit de vérifier les caractéristiques attribuées à ces voyelles dans la parole. Le schéma de Gilles & Trouvain (2013) en 4.7 montre par exemple une différence au niveau du début entre [ʒi] (que nous transcrivons par [əi]), et [əu], ainsi qu'un aboutissement du mouvement dynamique à [i], respectivement [u], égal pour toutes les diphongues. Ces traits peuvent être vérifiés dans la parole pour spécifier les caractéristiques de chaque diphongue. Dans l'approche comparative de notre étude, nous nous intéressons à la production des diphongues de la deuxième catégorie par les locuteurs francophones, afin d'établir un lien entre le début du timbre de ces diphongues et le timbre des monophongues [æ], [a:], [a].

Au sein de l'inventaire phonétique du luxembourgeois, nous retrouvons des cas de diphongaison. La diphongaison est un phénomène où une monophongue, c'est-à-dire une voyelle possédant une qualité, acquiert les caractéristiques d'une diphongue à travers un changement de timbre lors de sa réalisation. Ce phénomène, où la voyelle [ə] devient le deuxième élément d'une monophongue, se retrouve dans le cas par exemple du [i:] avant /b/ (ex. *mir* [mi:b] « nous »), que Gilles & Trouvain (2013) nomment « secondary diphthongs ». Il affecte également la voyelle /e:/ : par exemple, selon Gilles & Trouvain (2013), la voyelle /e:/ se réalise en tant que [ɛ:] devant une consonne uvulaire /b/ (ex. *Päerd* [pɛ:b:t] « cheval »), semblable au [ɛ:] en allemand (ex. *Erde* ['ɛ:də] ⁴ « terre ») (Kohler, 1997) et en anglais américain (ex. *hair*

4. Transcription phonétique telle qu'elle apparaît dans le manuel de Kohler (1997)

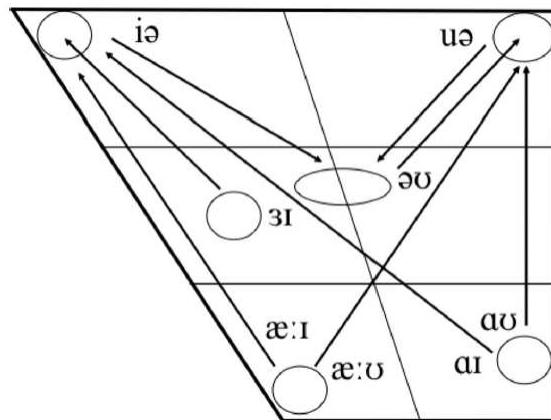


FIGURE 4.7 – Le schéma des diphthongues du luxembourgeois selon Gilles & Trouvain (2013).

[hɛə]⁵ « cheveux ») (Watson & Harrington, 1999). En fonction du contexte précédent la voyelle ou d'autres facteurs (ex. facteurs sociaux), la voyelle [ɛ:] se rapproche soit de [e:], soit de [æ]. L'objectif de l'étude des productions natifs sera de fournir une description acoustique de cette voyelle, afin de mieux définir ses caractéristiques.

5. Transcription phonétique telle qu'elle apparaît dans l'article de Watson & Harrington (1999)

Chapitre 5

Les objets de l'étude et le corpus

Dans le cadre de notre étude en phonétique acoustique, nous avons posé trois objectifs dans le chapitre 1, que nous rappelons ici :

1. décrire les voyelles produites dans la variété régionale du luxembourgeois qui sert de référence à l'enseignement du luxembourgeois en tant que langue étrangère (LLE) ;
2. examiner les productions non natives des voyelles en comparaison avec les productions natives pour soulever les difficultés de locuteurs francophones ;
3. interpréter les résultats en faveur de l'enseignement du luxembourgeois en tant que langue étrangère.

Atteindre ces objectifs nécessite d'axer notre étude sur des objets précis et d'adopter une méthodologie pertinente. Le manque de descriptions phonétiques dans la littérature et l'absence de ressources sur la parole non native du luxembourgeois justifie également la création d'un corpus de parole natif et non natif.

Ce chapitre constitue la partie méthodologique de notre thèse : dans la première section, nous explicitons les objets d'étude abordés dans le chapitre 1, en posant les questions et hypothèses de recherche ; dans la deuxième section, nous décrivons le travail de terrain, qui inclut la définition du matériel de parole, la sélection des participants et les enregistrements ; dans la troisième section, nous présentons les méthodes de traitement des données pour l'obtention du corpus et des données utilisées pour les analyses.

5.1 Les objets de l'étude

La problématique de notre thèse ainsi que les aspects relevés dans la littérature constituent le point de départ de nos questions et hypothèses de recherche. Celles-ci sont formulées dans le but d'informer sur les caractéristiques des voyelles et de répondre à nos objectifs présentés dans le chapitre 1. Les questions et hypothèses sont présentés dans les deux premières parties de cette section. Ensuite, nous décrivons le besoin de créer un corpus pour notre étude.

5.1.1 Les questions et hypothèses sur la parole native

Notre thèse poursuit un premier objectif, celui de décrire les productions natives des voyelles du luxembourgeois de la variété régionale du centre du Grand-Duché de Luxembourg. Il s'agit de la variété parlée sur laquelle se base l'enseignement du LLE. Dans notre étude, nous nous intéressons aux voyelles natives, ce qui exclut les emprunts des analyses. Celles-ci se focalisent exclusivement sur les propriétés acoustiques des monophthongues périphériques, c'est-à-dire les voyelles possédant des cibles acoustiques extrêmes (cf. figure 5.1) et centrales, c'est-à-dire les voyelles possédant des cibles acoustiques faibles (cf. figure 5.2), ainsi que des diphthongues (cf. figure 5.3), afin de répondre à la question : quelles sont les caractéristiques acoustiques qui permettent de définir les voyelles du luxembourgeois parlé dans la région centrale du Grand-Duché de Luxembourg ? Pour ce faire, nous classons les voyelles dans cinq catégories (non exclusives), également représentées sur la figure 5.4, qui regroupent les caractéristiques déjà présentées dans la section 4.3 du chapitre précédent :

1. les paires de voyelles contrastives longues et brèves,
2. les voyelles ouvertes,
3. les voyelles centrales,
4. la voyelle antérieure semi-ouverte,
5. les diphthongues.

La figure 5.4 rend compte des grandes catégories et sous-catégories de voyelles qui s'opposent dans l'inventaire vocalique du luxembourgeois : monophthongues et diphthongues, voyelles périphériques et centrales, voyelles longues et brèves. La catégorie des voyelles périphériques englobe le plus de sous-catégories, dont la voyelle antérieure semi-ouverte. L'analyse couvre donc une grande partie de l'inventaire vocalique du luxembourgeois.

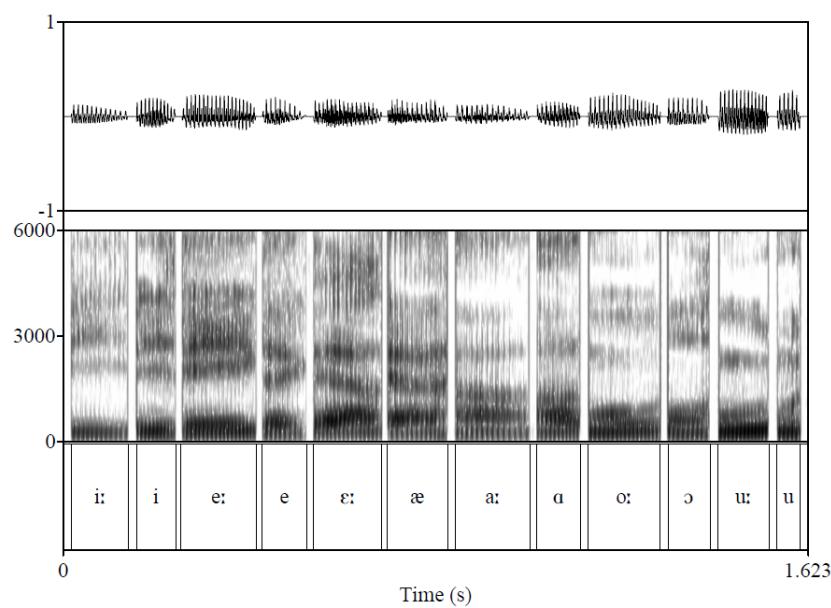


FIGURE 5.1 – Le spectrogramme des monophthongues périphériques prononcées dans les mots *wiiss* [vi:s] « grandis », *Wiss* [vis] « pré », *Scheek* [ʃe:k] « étui », *schéck* [ʃek] « envoie », *Päerd* [pe:rt] « cheval », *Gäsch* [gæ:t] « invités », *hat* [ha:t] « avais », *hatt* [hat] « elle », *Mooss* [mo:s] « mousse », *Moss* [mɔ:s] « nana », *Muussen* [mu:sən] « petits chats » et *mussen* [musən] « devoir » en contexte isolé par un locuteur natif de la région centrale du Grand-Duché de Luxembourg.

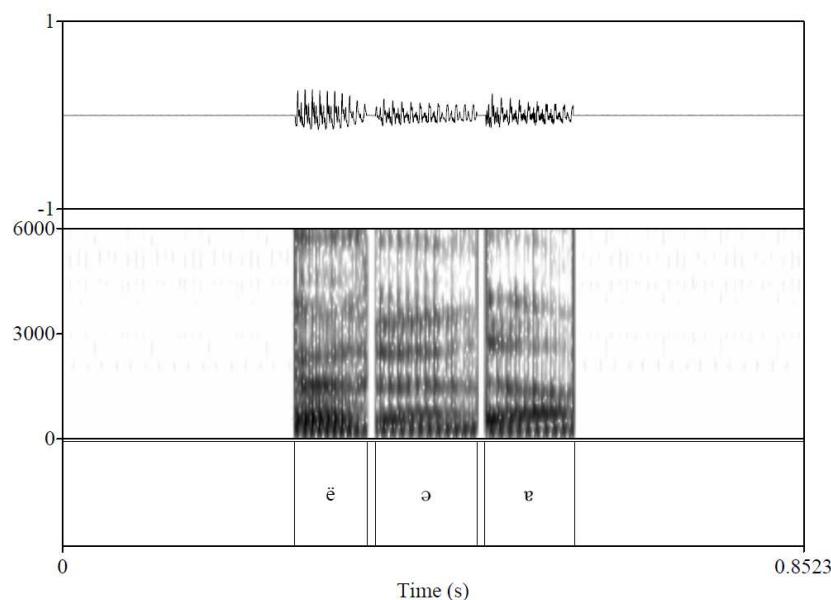


FIGURE 5.2 – Le spectrogramme des monophthongues centrales prononcées dans les mots *Këschten* ['kë:ʃtən] « boîtes » et *Kueder* ['kuədə] en contexte isolé par un locuteur natif de la région centrale du Grand-Duché de Luxembourg.

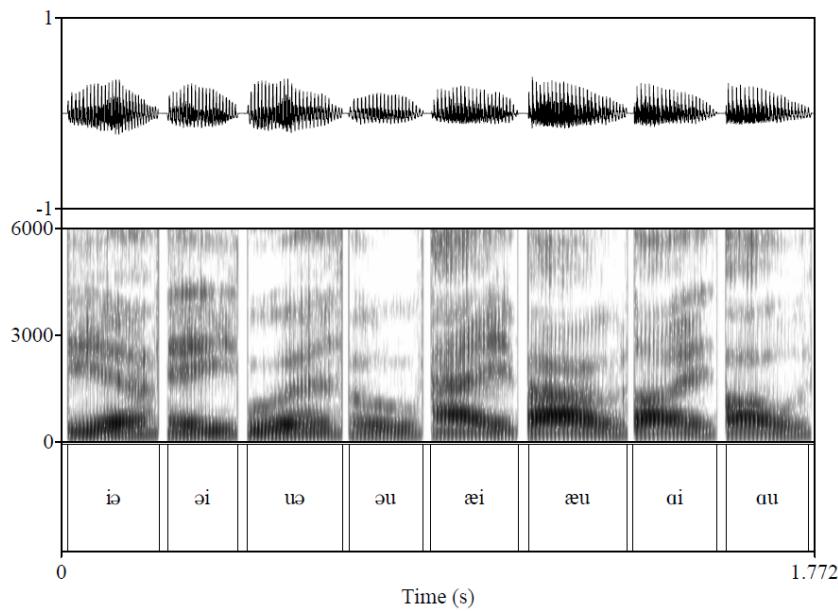


FIGURE 5.3 – Le spectrogramme des diphtongues prononcées dans les mots *Hief* [hiøf] « levure », *Héiss* [høis] « jarret », *Hues* [huøs] « lièvre », *Houf* [høuf] « callosité », *Häip* [hæip] « cabane », *Fauscht* [fæuøt] « poing », *Hait* [hait] « peaux », *Paus* [paøs] « pause » en contexte isolé par un locuteur natif de la région centrale du Grand-Duché de Luxembourg.

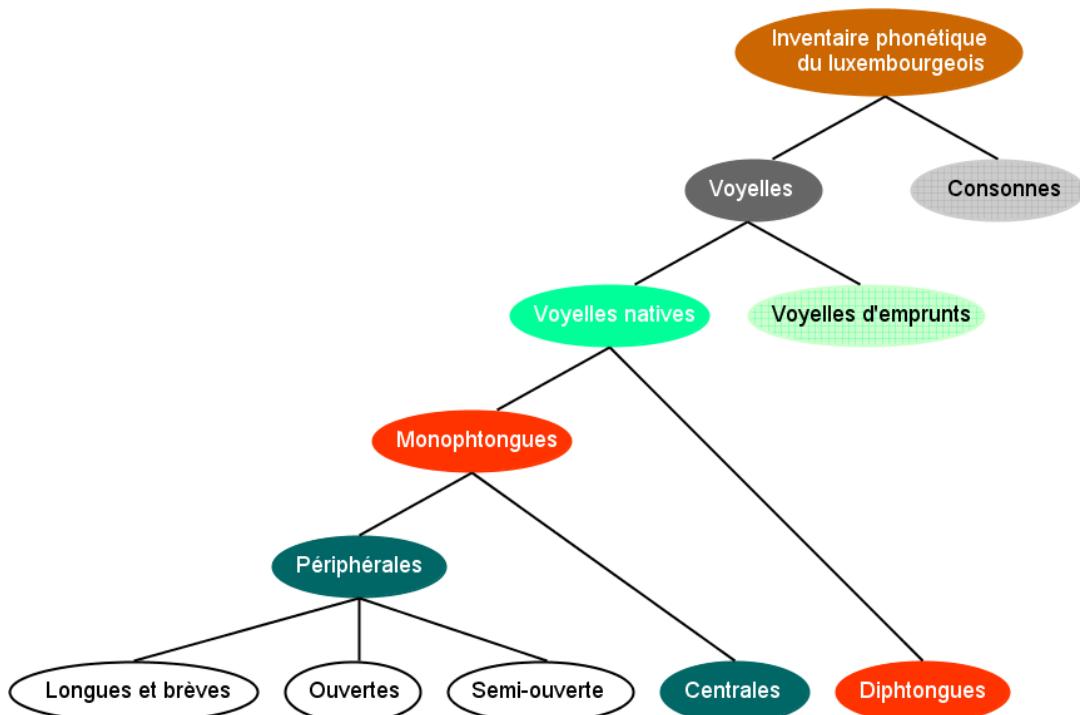


FIGURE 5.4 – Le classement des voyelles dans l'inventaire phonétique du luxembourgeois.

La question posée pour la première analyse a pour but d'enrichir les descriptions des voyelles d'une variété régionale du luxembourgeois. Parmi les cinq catégories citées, dont trois seront investiguées dans le but d'effectuer une comparaison entre les productions natives et non natives. Pour chaque catégorie, nous avons posé une question à laquelle nous envisageons de répondre à travers nos analyses :

1. Quelles caractéristiques acoustiques opposent les voyelles longues aux voyelles brèves ?
2. Quel est l'écart acoustique entre la voyelle longue [a:] et les voyelles brèves [æ] et [ɑ] au niveau du timbre ?
3. Les voyelles centrales tonique [ë] et atone [ə] s'opposent-elles à travers le timbre ?
4. Les diphongues du luxembourgeois sont-elles toutes descendantes ?
5. Quel effet le /ɛ/ produit-il sur la voyelle [ε:] lorsque celle-ci le précède en luxembourgeois (ex. *Päerd* [pε:ɛt] « cheval ») ?

Les cinq questions posées pour l'analyse de la parole native sont motivées par les faits cités dans la littérature et la volonté d'étendre les descriptions phonétiques du luxembourgeois :

- La première question part de l'affirmation de Gilles & Trouvain (2013) qui suggèrent une distinction entre [a:] et [ɑ] à la fois par la durée et le timbre : cette affirmation nous pousse à analyser les autres voyelles longues et brèves pour voir si elles se caractérisent également par cette double opposition. En outre, elle permet de mettre en évidence les différences entre les cinq paires et répondre ainsi plus précisément à la question d'opposition au niveau du timbre et de la durée en luxembourgeois.
- La deuxième question approfondit la réflexion sur les voyelles ouvertes acoustiquement proches, ce qui nous permet d'observer un changement éventuel au niveau des productions par rapport à l'analyse de Gilles (1999). Cette hypothèse s'inscrit ainsi à la fois dans l'approche synchronique et permet de vérifier et éventuellement de soutenir l'étude précédente, assurant également la stabilité des valeurs de référence pour l'analyse comparative prévue avec les productions non natives.
- La troisième question porte sur la voyelle centrale [ə], dont le statut est peu décrit dans la littérature. En effet, la différence entre les voyelles tonique [ë] et atone [ə] au niveau acoustique n'est pas spécifiée. Une analyse portant sur les propriétés acoustiques de ces deux cas permettrait de spécifier les traits de ces voyelles dans la parole du luxembourgeois.
- La quatrième question tend à remettre en question l'absence de diphongues montantes dans la variété régionale du centre du Grand-Duché de Luxem-

bourg. Selon l'hypothèse de Goudaillier (1981), la première voyelle est l'élément syllabique. Dans la parole, cela induirait une stabilité plus importante de la première partie de la diphthongue, suggérant également une durée plus longue. Les descriptions sur les diphthongues dans la littérature ne permettent pas de confirmer ou d'infirmer une différence entre les diphthongues descendantes et montantes en luxembourgeois au niveau acoustique. En outre, la présence de diphthongues montantes dans les parlers de l'Ösling, comme le suggère Bruch (1956), n'exclut pas forcément les diphthongues montantes dans d'autres variétés régionales du luxembourgeois.

- La cinquième question problématise le cas de la voyelle [ɛ:] avant /b/ (ex. *Päerd* [pɛ:bt] « cheval »), dont les propriétés acoustiques sont sous-décrivées dans la littérature, ce qui engendre une ambiguïté quant à la description de la voyelle et provoque des avis partagés : par exemple, Krier (1981) considère la voyelle comme une diphthongue et la transcrit par [æə], tandis que Gilles & Trouvain (2013) la comptent parmi les monophthongues.

L'objectif de notre première analyse est de répondre à ces questions afin de préciser la nature acoustique des voyelles et de renforcer l'idée d'opposition au sein de l'inventaire vocalique du luxembourgeois.

Afin d'appuyer notre réflexion, nous avons formulé des hypothèses pour chaque catégorie de voyelles.

Hypothèse 1 : les voyelles longues et brèves s'opposent par le timbre et la durée.

Hypothèse 2 : les valeurs proches pour [a:] et [æ] impliquent des valeurs éloignées pour [a:] et [a].

Hypothèse 3 : les voyelles centrales tonique [ë] et atone [ə] s'opposent à travers le timbre et la durée.

Hypothèse 4 : il existe diphthongues descendantes et montantes en luxembourgeois.

Hypothèse 5 : la voyelle [ɛ:] produite avant /b/ se diphthongue en luxembourgeois.

La littérature présente le fait que les voyelles longues [i:], [e:], [a:], [o:], [u:] et brèves [i], [e], [a], [ɔ], [u] s'opposent à travers la longueur, mais nous ne savons pas si cette différence est couplée d'une opposition à travers le timbre, comme c'est le cas par exemple en allemand (Harrington *et al.*, 2012). Les valeurs proches de [æ] et [a:] suggèrent un contraste au niveau de la durée pour mieux marquer l'opposition entre ces deux voyelles. La voyelle centrale [ə] est considérée comme une seule voyelle dans la littérature (Gilles & Trouvain, 2013), alors qu'elle pourrait avoir une fonction différente selon qu'elle est accentuée ou pas. La littérature suggère que les diphthongues sont autant ou presque aussi longues que les monophthongues longues, notamment [æi] et [æu], mais il manque une évidence acoustique au niveau des données. De plus,

les diphongues commençant par une voyelle ouverte sont susceptibles d'être différentes des diphongues contenant un schwa, puisque ce dernier peut favoriser une réduction temporelle de la voyelle. La production du [ɛ:] avant /u/ suppose, premièrement, un abaissement de F2 durant la production de la voyelle et, deuxièmement, une diphongaison de la voyelle. Ces hypothèses seront vérifiées à la fin de chaque analyse.

5.1.2 Les questions et hypothèses sur la parole non native

L'étude de McAllister *et al.* (2002) montre que l'absence de contraste de longueur dans la langue maternelle (L1) engendre des difficultés à percevoir la durée dans la langue étrangère (L2) et, par conséquent, une difficulté à faire ce contraste dans la production. Cette étude se base sur des expériences en perception et production des voyelles du suédois par des locuteurs d'espagnol latin-américain, de l'anglais américain du Nord et de l'estonien. Alors qu'il existe un contraste au niveau de la durée dans l'inventaire vocalique de l'estonien et de l'anglais américain, l'espagnol ne possède pas de contraste au niveau de la durée vocalique. En conséquence, les estonophones ont moins de difficultés à percevoir et produire la durée des voyelles en suédois que les autres locuteurs. De plus, les hispanophones ont de plus grandes difficultés au niveau de ce contraste en suédois que les anglophones. Nous pouvons supposer que ce type de difficulté se retrouve dans la production des voyelles du luxembourgeois chez les francophones. Notre deuxième objectif est de répondre à la question : les locuteurs francophones produisent-ils les caractéristiques des voyelles du luxembourgeois ? Les questions dérivées de la question principale portent sur trois types de voyelles :

1. Les locuteurs francophones opposent-ils les voyelles longues aux voyelles brèves au niveau de la durée ?
2. Les locuteurs francophones contrastent-ils les voyelles ouvertes [æ], [a:] et [ɑ] au niveau du timbre ?
3. Les locuteurs francophones contrastent-ils les débuts des diphongues commençant pour une voyelle ouverte au niveau du timbre ?

Ces questions portent uniquement sur la production des voyelles. Elles sont formulées à partir des réflexions concernant les différences qui existent entre les voyelles de la langue maternelle, le français, et celles de la langue étrangère, le luxembourgeois : en premier lieu, l'absence de contraste au niveau de la longueur en français suggère que celui-ci n'est pas reproduit dans la parole du luxembourgeois par les locuteurs francophones ; en deuxième lieu, l'existence d'une voyelle ouverte [a] en français suppose que les francophones reproduisent les caractéristiques de cette voyelle pour [æ], [a:] et [ɑ] en luxembourgeois, comme le suggère également le *SLM* de Flege

(1995) ; en troisième lieu, parallèlement aux voyelles ouvertes, nous pouvons retrouver des caractéristiques similaires au niveau du début de la qualité des diphongues commençant par une voyelle ouverte en luxembourgeois. Les hypothèses sont les suivantes :

Hypothèse 6 : les locuteurs francophones n'opposent pas les voyelles longues et brèves au niveau de la durée.

Hypothèse 7 : les locuteurs francophones ne contrastent pas les voyelles [æ], [a:] et [ɑ] au niveau du timbre, mais ils produisent ces trois voyelles avec le timbre du [a] français.

Hypothèse 8 : les locuteurs francophones ne contrastent pas les débuts des diphongues au niveau du timbre, mais ils produisent le début des diphongues avec le timbre du [a] français.

Les analyses acoustiques ainsi que la comparaison avec les productions natives prévues pour atteindre le deuxième objectif de l'étude permettront de vérifier ces hypothèses.

5.1.3 La nécessité d'un corpus pour le luxembourgeois

La discussion sur le design et la création d'un corpus de parole pour des études linguistiques et phonétiques est largement abordée dans la littérature. Le contenu d'un corpus dépend des ressources convoitées pour la recherche. Alors qu'aux débuts de la phonétique acoustique, les expériences portaient sur des corpus de parole contrôlée et parole de laboratoire, les travaux actuels examinent de plus en plus de grandes bases de données. L'avancée de la technologie a permis de fournir à la recherche sur la parole d'importantes bases de données et de créer de plus grands corpus. L'intérêt de ces études porte ainsi de plus en plus sur la parole naturelle et conversationnelle.

La littérature présente une multitude de corpus de différentes langues, avec des registres ou types de parole variés. Nous en citons quelques exemples : le corpus dressé par Torreira *et al.* (2010) contient de la parole conversationnelle en français, ce qui contraste par exemple avec la parole journalistique (Gravier *et al.*, 2004; Galliano *et al.*, 2006) ; en matière de variation au sein du corpus, Schuppler *et al.* (2014) présentent une procédure pour la création d'un corpus de parole lue et spontanée pour l'allemand autrichien ; le design du corpus de Fauth *et al.* (2014) intègre la parole native et non native de locuteurs francophones et germanophones ; le corpus présenté par Trouvain *et al.* (2016) inclut de la lecture native et non native en français et en allemand d'une centaine de locuteurs francophones et germanophones, permettant d'étudier d'une manière assez large les spécificités de la parole. La constitution d'un grand cor-

pus permet ainsi d'élargir les champs d'études et analyser plus d'aspects divers de la langue.

Notre étude sur l'inventaire vocalique du luxembourgeois nécessite une réflexion méthodique pour observer les propriétés acoustiques des voyelles. Jusqu'à présent, les analyses existantes portent sur des données produites dans un registre de parole principalement contrôlée :

- Keiser-Besch (1976) fait usage d'un corpus composé de 158 mots en contexte isolé ;
- Gilles (1999) enregistre un corpus de 15 heures de parole native de différentes variétés régionales du luxembourgeois, composé de lecture de textes écrits selon une orthographe des différentes variétés régionales, de traduction de phrases de l'allemand en luxembourgeois et de parole spontanée ;
- Gilles & Trouvain (2013) s'appuient sur 107 mots en contexte isolé et le texte *Den Nordwand an d'Sonn* « La bise et le soleil » ;
- Nishide (2014) analyse la lecture d'un texte d'un livre et d'un texte transcrit à partir d'une émission de radio ;
- Adda-Decker *et al.* (2014) analysent 70 minutes de parole soutenue (débats de la Chambre des Députés) et de 10 minutes de parole journalistique (ex. RTL, radio 100,7) d'un corpus d'une centaine d'heures de parole visant à couvrir la parole soutenue du luxembourgeois.

Nous constatons que les corpus obtenus pour le luxembourgeois sont soit assez réduits, soit limités en registres de parole. Keiser-Besch (1976) justifie la petite taille de son corpus par la restriction des moyens techniques employés dans les années 1970 pour les analyses acoustiques. Gilles (1999) analyse une partie de son corpus. À l'opposé, le corpus d'Adda-Decker *et al.* (2014) contient un nombre plus important de données. Toutefois, aucun de ces corpus ne permet une étude comparative entre la parole native et non native du luxembourgeois. C'est pourquoi, nous proposons de développer un corpus qui permette de faire une telle analyse et qui contienne de la parole lue et de la parole spontanée. La figure 5.5 illustre les trois registres de parole prévus pour notre corpus.

En raison du manque de ressources sur le luxembourgeois, la création d'une nouvelle base de données offre plusieurs possibilités à la recherche :

- l'investigation des voyelles du luxembourgeois produites dans le parole régionale situé autour de la capitale du Grand-Duché de Luxembourg,
- l'analyse des productions non natives des voyelles,
- l'enrichissement des ressources pour des études sur la parole du luxembourgeois.

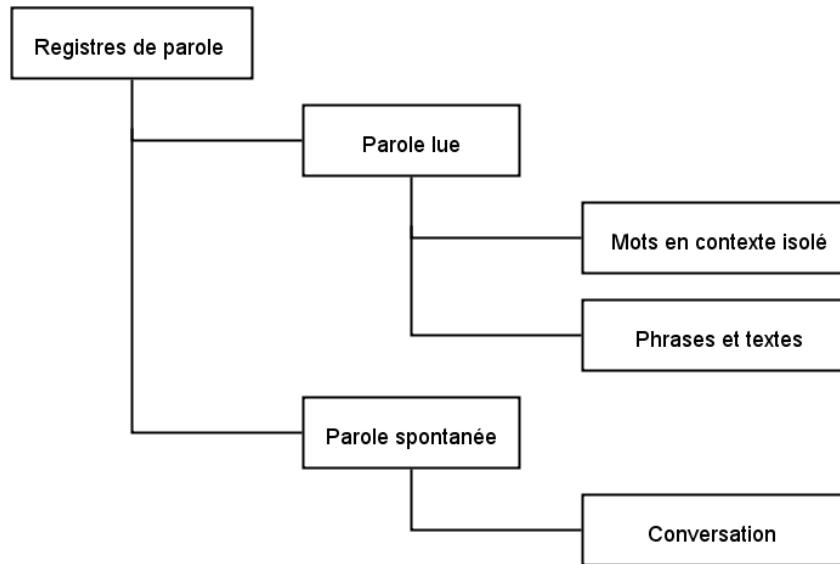


FIGURE 5.5 – Les trois registres de parole inclus dans le corpus pour le luxembourgeois.

Dans une perspective plus large, la création d'un nouveau corpus représente une contribution scientifique et une possibilité de faire avancer la recherche sur le luxembourgeois. La nécessité de créer un corpus pour le luxembourgeois rejoint les initiatives prises pour des études sur d'autres langues. Les grands projets comme *The Kiel Corpus of Read and Spontaneous Speech* (Simpson *et al.*, 1997), qui a donné lieu par exemple à une étude acoustique sur l'allemand standard dans la parole lue (Patzold & Simpson, 1997), ou encore le projet *Phonologie du Français Contemporain* (PFC) (Durand *et al.*, 2009) en sont des exemples. Ces projets permettent d'investiguer non seulement la parole dans différents registres, mais aussi de construire de grandes bases de données sur différentes variétés de langues. Avec les données de la parole lue, il est possible d'examiner des cas de productions vocaliques plus précis et sélectifs, tandis que la parole spontanée permet d'observer plus de facteurs de variation. En outre, une liste de mots obtenue à travers une transcription orthographique de la parole spontanée offre un panel de mots lexicaux et de variantes supplémentaires, ce qui peut enrichir les dictionnaires de prononciation et améliorer les systèmes de reconnaissance automatique de la parole. Nous approfondissons cet aspect dans la troisième section de ce chapitre. En outre, la collecte de la parole spontanée enrichit les ressources sur les variétés régionales et permet de conserver des données sur la langue. Pour conclure, la création d'un corpus pour le luxembourgeois constitue un support à de futurs travaux, non seulement en phonétique, mais aussi dans d'autres domaines de recherche, comme la sociophonétique, l'acquisition de la langue, le traitement automatique de la parole ou encore la dialectologie.

5.2 La collecte des données

La création de notre corpus se fait en trois étapes :

- la mise en place du matériel de parole,
- la sélection des participants et
- le déroulement des enregistrements.

Cette partie du travail est importante, car la qualité des données dépend de la méthode de collecte, ce qui suppose l'utilisation d'un matériel technique adéquat pour un enregistrement de qualité et le choix d'un environnement qui garantisse le confort des participants et minimise les bruits dérangeants. Pour faire ce travail, nous avons préalablement demandé l'accord de l'Ethics Advisory Committee de l'Université du Luxembourg. Cette section décrit la méthodologie de la collecte des données.

5.2.1 Le matériel

Le matériel de parole est prévu pour rassembler des données dans trois registres de parole. Il se compose de lecture et de conversation. Le matériel pour l'enregistrement des participants natifs a été établi dans le but d'analyser les voyelles longues et brèves, les voyelles ouvertes, les voyelles centrales, les diptongues et la voyelle semi-ouverte. Il se construit de manière suivante :

Type de registre	Exemples
92 mots lexicaux :	<i>Taass</i> « tasse »
+ 20 paires minimales	<i>wiiss</i> « grandis » - <i>Wiss</i> « pré »

10 phrases à trous :

+ 6 [ɛ:]	<i>Nom Ausrett setze mir eist [Päerd] op d'Wiss.</i>
+ 3 [æu]	<i>Vill Studente ginn an d'[Ausland] studéieren.</i>
+ 1 [e]	<i>An eisem Aquarium schwammen [zéng] Fësch.</i>

2 textes : *Gromperekichelcher* et *Den Hämmelmarsch*.

1 conversation : en luxembourgeois

La liste des 92 mots lexicaux se compose de monosyllabes et de dissyllabes, où les voyelles se trouvent dans un contexte consonantique, variable selon les mots, avant et après la voyelle (ex. *Kueder* ['kuədə] « matou », *Seef* [ze:f] « savon »). Les contextes incluent les consonnes nasales /m/, /n/, latérale /l/ et uvulaire /ʀ/ uniquement pour quelques paires minimales (ex. *laach* « rigole » - *Lach* « trou »). Le nombre d'oc-

currences par voyelle produites dans ces mots est indiqué sur le tableau 5.1.

Type	Voyelle	Nombre MD	Nombre PM
Périphériques	i:	2	1
	i	3	4
	e:	4	1
	e	/	2
	æ	3	3
	a:	2	5
	a	3	4
	o:	3	3
	ɔ	3	4
	u:	2	1
Centrales	u	3	1
	ë	2	1
	ə	15	12
Diphthongues	æ	4	4
	ie	3	2
	œi	3	3
	uə	3	/
	œu	3	1
	æi	3	1
	œu	3	1
	ai	3	1
	au	2	1

Tableau 5.1 – Le nombre d'occurrences par voyelle contenues dans les mots lexicaux (MD = mots divers, PM = mots de la liste des paires minimales.)

Pour le registre des textes, nous avons sélectionné deux textes en ligne sur le *Wikipédia*, dont certaines phrases ont été modifiées. Une séquence de 10 phrases à trous a été mise en place pour la voyelle semi-ouverte [ɛ:], la voyelle [e] ainsi que la diphthongue [œu]. Cette procédure a permis d'enregistrer ces trois voyelles en évitant l'influence de l'orthographe, favorisant une production plus spontanée. Pour voir plus en détail le contenu du matériel de lecture, nous invitons le lecteur à consulter la liste des mots, les textes ainsi que les phrases à trous dans le chapitre 10. La conversation se compose de sujets divers et de thèmes du quotidien, allant de la langue luxembourgeoise à l'occupation professionnelle et aux hobbies des participants. Nous n'avons pas préparé de questions spécifiques pour cette partie de l'enregistrement pour favoriser une discussion naturelle et détendue entre le chercheur et le participant.

Le matériel pour l'enregistrement des francophones a été défini en fonction des objectifs de recherche. Il se structure de la façon suivante :

Type de registre	<i>Exemples</i>
51 mots lexicaux :	<i>Taass</i> « tasse »
58 mots français :	<i>taupe</i>
28 phrases :	
+ 19 paires minimales	<i>Op dëser Wiss um Hiwwel wiisst e grousse Käschtebam.</i>
+ emprunts français	<i>Hënt ass e grousse Camion op der Strooss gefuer.</i>
1 texte :	<i>Gromperekichelcher.</i>
2 conversations :	en luxembourgeois et en français

Notons qu'en raison d'un oubli, les mots *Haus* « maison » et *Lidder* « chansons » de la paire minimale *Lidder-Lieder* ne font pas partie du matériel de lecture pour des francophones.

À la différence des natifs, les francophones n'ont pas lu les paires minimales en contexte isolé, mais celles-ci étaient insérées dans des phrases pour leur donner un contexte sémantique. Les mots en contexte isolé et les phrases ont été enregistrés en deux parties :

- la première partie inclut la lecture de chaque séquence (mots et phrases) par le participant (partie LECTURE) ;
- la deuxième partie inclut la lecture et la répétition de chaque séquence après écoute d'une locutrice native (partie AUDIO-RÉPÉTITION). Cette locutrice native provenait de la commune de Bertrange et était âgée de 27 ans au moment de l'enregistrement en 2014.

Les phrases contiennent également des emprunts français (ex. *Poulet* ['pule:], *Bijouen* ['biʒu:ən]). Nous avons créé un matériel de lecture en français, dont ces mêmes mots lexicaux, ainsi qu'une conversation en luxembourgeois et en français avec le chercheur. Le matériel de parole en français a été ajouté durant la période des enregistrements, ce qui n'inclut par conséquent pas la parole de tous les locuteurs : nous ne disposons pas d'enregistrement des mots français en contexte isolé pour PF6 et PF7 ni de conversation en français pour PF1, PF4 et PF7. Nous avons également très peu de parole spontanée en français pour PF5 et PF6. Le contenu du matériel de parole se trouve dans le chapitre 10.

La structure du matériel de parole pour les natifs et les francophones, illustrée sur la figure 5.6, permet de visualiser les différents registres de parole. La variation du matériel de parole offre la possibilité d'obtenir des données de la parole lue et spontanée du luxembourgeois, ainsi que de la parole du français. En dehors des voyelles, ce ma-

tériel incite à faire d'autres analyses sur la parole, comme par exemple les emprunts du français.

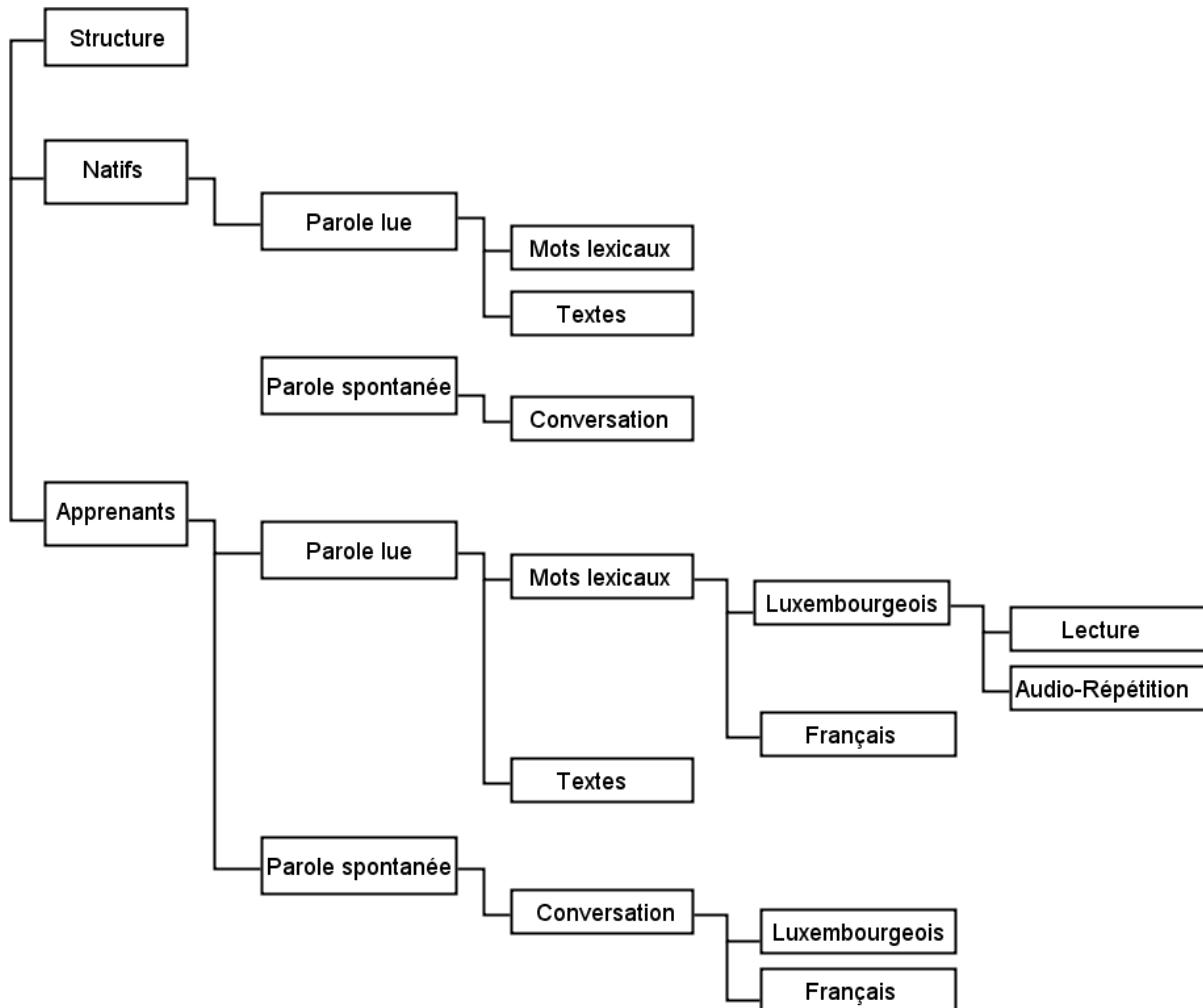


FIGURE 5.6 – La structure du matériel de parole.

5.2.2 Les participants

La sélection des participants luxembourghophones et francophones s'est faite en fonction de plusieurs critères : pour les natifs, nous avons privilégié les critères de l'âge, les lieux de naissance et de résidence ; pour les apprenants, nous avons privilégié l'âge, le lieu de naissance, le niveau en luxembourgeois et l'absence de notions d'allemand.

Nous n'avons pas eu de difficulté majeure à trouver des locuteurs luxembourghophones pour notre étude. La demande de participation a été faite au moyen d'annonces publiées dans différents journaux (*Luxemburger Wort*, *Le Quotidien*, *Tageblatt*, *L'Essentiel*) ou en ligne (*RTL.lu*, *Newsletter* de l'Université du Luxembourg). Les locuteurs natifs que nous avons enregistrés étaient âgés entre 24 et 59 ans. Les participants

natifs provenaient de la région centrale du Grand-Duché de Luxembourg, qui inclut les communes de Luxembourg, Sandweiler, Niederanven et Hesperange (cf. figure 5.7). De plus, ils devaient être nés et avoir vécu dans une de ces régions sans avoir déménagé dans une autre région du pays. Le tableau 5.2 contient les informations sur les participants, l'âge correspondant à celui noté au moment des enregistrements en 2014.

La recherche des participants francophones a présenté plus de difficultés. Pour trouver les participants, nous sommes passée par différents centres et instituts d'enseignement de langues (*Institut National des Langues, Centre Culturel, Moien a.s.b.l.*) et par l'Ambassade de France située à Luxembourg-ville. Les critères étaient les suivants :

- avoir le français de France en tant que langue maternelle,
- avoir le niveau ou être inscrit dans un cours B1 ou B2 du luxembourgeois,
- ne pas parler l'allemand couramment,
- ne pas avoir vécu en Allemagne.

Comme nous voulions réduire le facteur de variation dû à la région des participants, nous avons sélectionné des locuteurs du Nord et du Centre de la France. Deux participants (PF1 et PF3) venaient des régions frontalières du Grand-Duché de Luxembourg (cf. figure 5.8). Une participante (PF8) est née à Luxembourg-ville, mais ses parents étaient de Hussigny. Cette participante nous a assuré avoir fait sa scolarité à l'École européenne avec une spécialité en français et ne pas avoir été en contact avec la langue luxembourgeoise avant de suivre des cours. Les participants étaient âgés entre 29 et 65 ans au moment des enregistrements en 2015 jusqu'au début 2016. Le tableau 5.3 illustre le profil des participants francophones.

Le critère de la langue était important, car, l'allemand étant très proche du luxembourgeois, nous voulions éviter d'éventuelles tendances à reproduire certaines de ses caractéristiques en luxembourgeois, tendances relevées par Kachafoutdinova & Zampuniéris (2007). Il était par contre difficile de trouver des locuteurs francophones qui ne connaissaient pas un mot d'allemand. Trois d'entre eux (PF1, PF2, PF6) avaient eu des cours au lycée. PF3 travaillait dans une entreprise, où l'échange entre collègues pouvait se faire en plusieurs langues, dont le luxembourgeois : elle avait utilisé l'allemand pendant un certain temps, mais a assuré ne plus le parler depuis quelques temps, notamment à la période de notre enregistrement. PF9 nous avait expliqué avoir repris l'allemand depuis 2015. PF10 a relevé certains échanges en allemand dans le cadre familial. Ce critère était donc le plus difficile à respecter pour la sélection des participants. PF4, PF7 et PF8 sont les seuls locuteurs qui n'avaient jamais été confrontés à l'allemand.

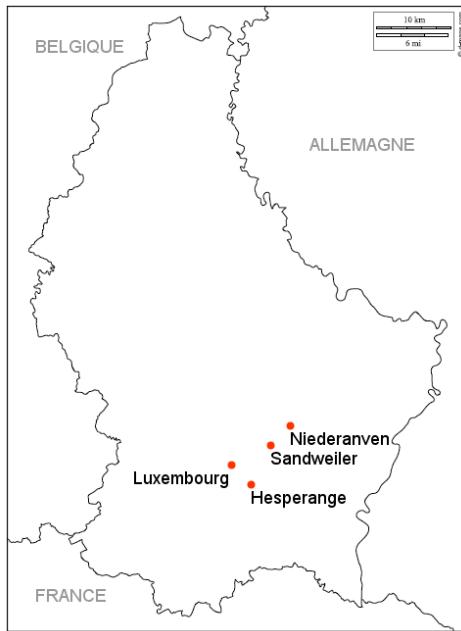


FIGURE 5.7 – La carte du Grand-Duché de Luxembourg avec les indications des communes des participants natifs. Cette carte a été obtenue sur le site de Dalet (2007-2016). Les noms des pays et des communes ont été ajoutés manuellement.

NUMÉRO	GENRE	ÂGE	RÉGION	RÉSIDENCE
PN1	H	27	Niederanven	Luxembourg
PN2	H	28	Hesperange	Hesperange
PN3	F	24	Luxembourg	Luxembourg
PN4	H	52	Sandweiler	Sandweiler
PN5	F	54	Luxembourg	Luxembourg
PN6	F	59	Luxembourg	Luxembourg
PN7	H	28	Niederanven	Niederanven
PN8	F	31	Hesperange	Hesperange
PN9	F	42	Luxembourg	Niederanven
PN10	H	57	Luxembourg	Hesperange

Tableau 5.2 – Les participants natifs.



FIGURE 5.8 – La carte de la France avec les indications des villes des participants francophones. Cette carte a été obtenue sur le site de Dalet (2007-2016). Les noms des pays et des villes ont été ajoutés manuellement.

ACRONYME	GENRE	ÂGE	RÉGION	RÉSIDENCE	NIVEAU
PF1	H	35	Villerupt	Audun-le-Tiche	B1.2
PF2	H	47	Bourges	Luxembourg-ville	B2.1
PF3	F	32	Mondelange	Mondorf-les-bains	B2.2
PF4	H	65	Thiant	Mamer	B1.3
PF5	F	32	Valentigney	Luxembourg-ville	B1.2
PF6	F	55	Reims	Luxembourg-ville	B1
PF7	F	64	St. Aubin de Baubigné	Mamer	B1.3
PF8	F	29	Luxembourg-ville	Luxembourg-ville	B1
PF9	F	53	Gannat	Luxembourg-ville	B1
PF10	H	41	Poitiers	Luxembourg-ville	B1

Tableau 5.3 – Les participants francophones.

5.2.3 Le déroulement des enregistrements

Le lieu et le matériel technique utilisé pour les enregistrements constituent des facteurs essentiels pour obtenir des données exploitables pour des analyses acoustiques. Le rassemblement des données de bonne qualité, plus facilement réalisable pour la parole contrôlée, se confronte à celui de la parole naturelle. Cette problématique est

discutée dans De Decker & Nycz (2013), où il est entre autres question de minimiser les bruits extérieurs lors des enregistrements qui sont faits ailleurs que dans une chambre sourde. C'est pourquoi, nous avons choisi d'enregistrer les participants soit dans une pièce calme à domicile, soit sur le lieu de travail ou encore dans une pièce de l'Institut National des Langues dédiée à des enregistrements.

Les enregistrements ont été faits avec le dictaphone Sony PCM-D50 et le micro casque Sennheiser HSP4, en mono et réglé à une fréquence d'échantillonnage de 44.1 kHz. Avant de commencer les enregistrements, les 20 participants ont lu et signé un accord de confidentialité rédigé en luxembourgeois. Un test d'écoute a été fait avant le début de l'enregistrement avec un casque HD518 pour régler le volume sur le dictaphone. Nous avons installé des hauts-parleurs Logitech Z-130 connectés à un ordinateur DELL pour enregistrer les séquences qui contenaient une partie d'écoute. Les séances d'enregistrement ont duré 30 à 45 minutes pour les participants natifs et 45 à 60 minutes pour les participants francophones.

Nous avons démarré les enregistrements avec le matériel de lecture, en partant des mots en contexte isolé, puis nous avons enchaîné avec les phrases, les textes et terminé par la conversation. Celle-ci consistait en une discussion de 20 à 30 minutes entre le chercheur et le participant. La transition entre la lecture et la conversation s'est faite naturellement avec, si besoin, des questions posées par le chercheur au participant pour commencer ou relancer la conversation.

5.3 L'obtention des données

L'obtention des données à partir du corpus peut faire appel à différentes méthodes. Tandis que la parole lue permet d'utiliser des méthodes manuelles, plus contrôlées, la parole spontanée requiert des méthodes automatiques en raison du nombre important de données. Le traitement des données de la parole lue s'est effectué en trois étapes :

- la segmentation,
- la transcription,
- l'extraction.

Durant ce travail, nous avons pu observer les données d'une manière plus précise, puisque les frontières ont été placées entre chaque segment (mots et voyelles). Par contre, les données de la parole lue ont été obtenues au Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur (LIMSI) à Orsay à travers un alignement automatique produisant automatiquement des frontières phonémiques. Comme le travail effectué sur la parole lue a nécessité beaucoup de temps, nous n'avons pas étudié plus profondément la méthode utilisée pour obtenir les données de la parole

spontanée.

Les méthodes choisies pour effectuer ces tâches dépendent du but recherché et présentent chacune des avantages et des inconvénients. Dans les deux premières sections, nous décrivons les méthodes utilisées pour obtenir les données de notre corpus, à savoir celles de la parole lue et de la parole spontanée. En outre, nous explicitons la méthode d'extraction des données de la parole spontanée et ses avantages pour le luxembourgeois. Dans la dernière section, nous illustrons le corpus et les données qu'il contient. En dernier lieu, nous décrivons les données sélectionnées pour les analyses acoustiques. Celle-ci portera sur le registre de parole lue et des textes de la parole et sur les parties lues et répétées de la parole non native.

5.3.1 La segmentation, la transcription et l'extraction

La segmentation et la transcription sont deux étapes importantes : la segmentation met en place les frontières des voyelles et délimite l'entourage phonétique dans le signal de parole ; la transcription, qui peut être effectuée parallèlement à la segmentation, consiste à noter le contenu du signal de parole. Lors de la segmentation, les transitions formantiques doivent être prises en compte, car c'est aux points de transition que les formants, influencés par le contexte phonétique, changent. La littérature contient des travaux sur des systèmes aptes à segmenter et transcrire des corpus automatiquement, comme par exemple l'étude de Kohler (1996), qui informe sur la transcription orthographique et phonétique du *Kiel Corpus of Read and Spontaneous Speech*. Un tel système existe pour le luxembourgeois (?) : en effet, les résultats illustrent un taux d'erreurs de 25,6%, témoignant de la bonne avancée de la reconnaissance automatique du luxembourgeois. Pourtant, afin d'éviter de corriger des erreurs après l'utilisation d'un tel système, mais surtout afin d'observer en détail nos données dans le corpus, nous avons fait le choix de segmenter et de transcrire notre corpus manuellement.

La transcription orthographique a été appliquée à l'ensemble du corpus, tandis que la transcription phonétique a été appliquée uniquement à la partie lue du corpus. Nous avons opté pour la méthode de segmentation et de transcription manuelle sur le logiciel Praat (Boersma & Weenink, 2014), qui se prête très bien à cette procédure : ainsi, pour la parole lue, nous avons délimité les frontières des segments au niveau lexical et phonétique pour les voyelles, tandis que, pour la parole spontanée, nous avons délimité des segments d'énoncé, ainsi que isolé d'autres éléments comme les hésitations. Une segmentation et une transcription manuelles nous donnent également l'avantage de lire le signal plus en détail et de préciser les poses des frontières. Pour les voyelles prononcées différemment ou avec une erreur par les locuteurs francophones, nous avons noté la voyelle produite ainsi que la voyelle attendue. La trans-

cription de la parole spontanée du luxembourgeois représente un plus grand défi, en raison notamment des réductions lexicales et phonétiques fréquentes. Les francophones ont produit fréquemment des mots français et allemands ainsi qu'un nombre important d'hésitations. Nous avons utilisé les conventions de transcription adoptées dans *Transcriber* (Barras *et al.*, 2000). La transcription de la parole spontanée montre que la transcription d'un signal de parole n'est pas toujours une tâche aisée et dépend des objectifs de l'étude, comme le précise Dalbera-Stefanaggi (2012) :

Il ne faudrait pas par ailleurs tomber dans l'attitude simpliste qui consiste à opposer simplement transcription graphique et transcription phonétique : [...] il y a finalement autant de transcriptions phonétiques possibles que d'attitude d'écoute et d'appréciation, de centres d'intérêt permanent ou passager ... [sans pagination]

Une fois le signal segmenté, nous avons extrait les données des voyelles dans la parole lue, en récupérant les informations suivantes :

- le nom du locuteur,
- la partie du corpus,
- le mot contenant la voyelle,
- la voyelle,
- la durée,
- les trois premiers formants.

Selon Di Paolo *et al.* (2011), une seule extraction au milieu du segment ne suffit pas à obtenir toutes les caractéristiques de la voyelle. Comme nous nous intéressons aux cibles acoustiques des monophtongues sans tenir compte de l'influence de l'entourage phonémique, nous avons malgré tout procédé à l'extraction des informations au milieu du segment pour les monophtongues. La procédure proposée par Di Paolo *et al.* (2011) est, par contre, utile dans le cas d'une diphtongue ou d'une voyelle diphtonguée. En effet, extraire les données à plusieurs points ou à intervalles réguliers (toutes les n millisecondes) du segment permet d'obtenir la trajectoire de la voyelle : nous avons appliqué cette procédure aux diphtongues et à la voyelle antérieure semi-ouverte pour observer leur mouvement dynamique. Le nombre de points extraits peut être adapté à la longueur du segment, comme le constate Simpson (1998) dans son expérience sur les diphtongues de l'allemand dans la parole spontanée. Nous avons choisi d'extraire les informations à sept intervalles réguliers dans le segment.

Nous avons utilisé un script pour extraire d'une manière semi-automatique les données de la parole lue à partir du signal acoustique. Cependant, cette procédure peut engendrer des erreurs de détection. En effet, nous avons dû vérifier et corriger manuellement les erreurs extraites pour éviter de travailler sur des données erronées.

5.3.2 L'alignement automatique de la parole spontanée

Les phonéticiens qui s'intéressent à des phénomènes précis dans la parole retrouvent parmi les avancées technologiques des outils qui offrent la possibilité d'obtenir de grandes bases de données (Gendrot & Adda-Decker, 2005), (Bürki *et al.*, 2008b). Le traitement automatique de la parole ambitionne l'utilisation de la langue par des machines au moyen de méthodes et de techniques d'analyses. C'est une discipline qui allie la linguistique, la phonétique et le traitement du signal à l'informatique, afin de créer et d'améliorer constamment des logiciels pour l'usage des professionnels et du grand public. Les outils développés sont conçus pour l'extraction, la gestion et le stockage des données, la transcription automatique de la parole à partir d'un texte, la rédaction automatique d'un texte à partir d'un signal sonore ainsi que l'accès à l'information électronique par le grand public.

Dans cette section, nous décrivons brièvement le fonctionnement des systèmes d'alignement automatique des données, ainsi que leur application pour la parole spontanée du luxembourgeois.

5.3.2.1 La définition de l'alignement automatique

L'alignement automatique, ou l'alignement automatique forcé, vise à localiser les mots et les phonèmes dans le signal de parole. Pour cela, le système d'alignement prend en entrée le signal de parole et la transcription orthographique correspondante. Celle-ci est en général produite manuellement, sauf dans le cas de la lecture d'un texte, où celui-ci est préexistant. Un système d'alignement est un sous-produit d'un système de reconnaissance automatique de la parole.

Un système de reconnaissance de la parole, dont le but est de produire en sortie une transcription, doit pour cela évaluer à chaque instant dans le signal tous les mots-hypothèses en parallèle. Contrairement au système de reconnaissance, le système d'alignement est guidé, ou forcé, par la transcription manuelle et n'évalue à chaque instant que le mot indiqué par la transcription orthographique manuelle. Il produit en sortie pour chaque mot l'information de localisation, c'est-à-dire ses instants de début et de fin dans le signal. Comme la reconnaissance des mots se fait à travers la reconnaissance des segments de phonèmes décrivant sa prononciation, l'étape de l'alignement donne également les instants de début et de fin des segments phonétiques composants cette prononciation.

L'alignement automatique part de la source, c'est-à-dire le signal acoustique et la transcription orthographique, pour segmenter et extraire les données en ayant recours aux modèles acoustiques et à un dictionnaire de prononciation (cf. figure 5.9).

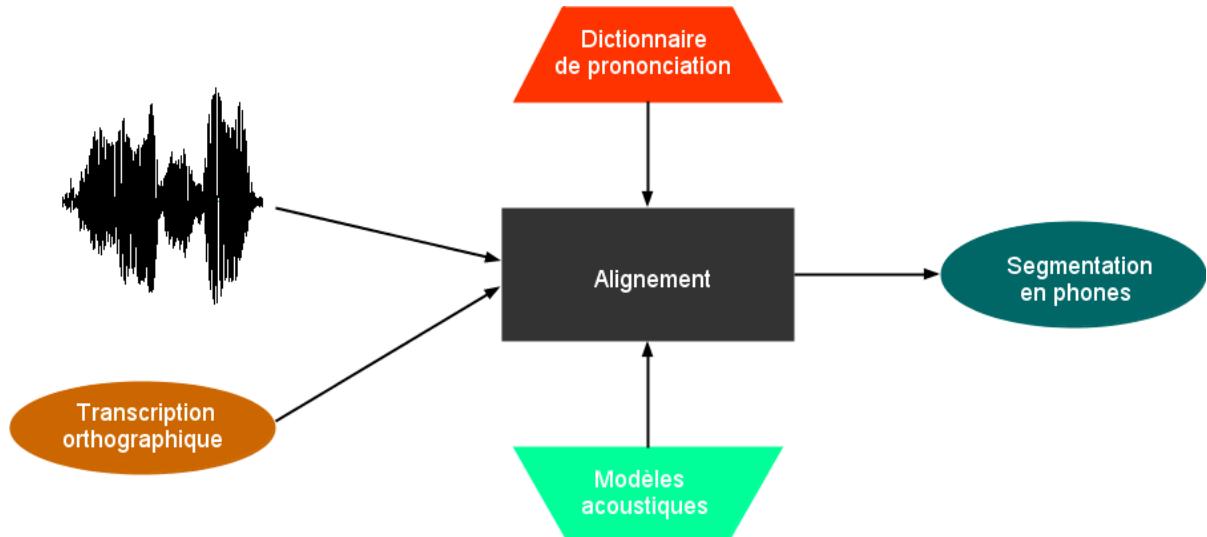


FIGURE 5.9 – Le fonctionnement d'un aligneur automatique.

La reconnaissance automatique peut donc produire automatiquement une transcription lexique du flux acoustique de parole en s'appuyant sur des représentations phonétiques et phonémiques, ce qui suppose un étiquetage phonétique et lexical (Gendrot & Adda-Decker, 2005). Nous allons à présent décrire la confrontation d'un SRA à la variation dans la parole.

5.3.2.2 La reconnaissance automatique des variantes de prononciation

Les phénomènes de variation dus aux facteurs d'influence, notamment les registres de parole, sur la langue sont sources de difficultés pour les modèles de reconnaissance automatique : au niveau segmental, les effets combinés de la coarticulation et de la réduction, les omissions et/ou les ajouts de segments font que des modèles acoustiques appris pour un registre correspondent moins bien pour un autre registre. Au niveau de la prononciation des mots ou des suites de mots, les réductions sont fréquentes : par exemple, la séquence « je ne sais pas » peut être produit « ch'pa » dans un registre spontané familier, alors que dans un registre soutenu, l'articulation est plus lente et plus précise. Même si les capacités des SRA peuvent être limitées pour la parole spontanée, où certains phonèmes ne sont pas identifiés, s'ils ne sont partiellement ou pas du tout prononcés, elles présentent beaucoup d'efficacité.

L'utilisation d'un SRA présente des avantages, notamment pour mesurer le degré de reconnaissance des caractéristiques régionales d'une langue. L'analyse des accents régional et étranger représente néanmoins aussi une difficulté pour un SRA : les modèles acoustiques et les dictionnaires de prononciation mis en place pour la parole native d'une langue peuvent mal s'appliquer aux variétés régionales ou prononcia-

tions non natives d'une langue, surtout si leurs caractéristiques s'écartent trop de celles intégrées dans les modèles et les dictionnaires de la langue. L'ajout de variantes de prononciations de locuteurs non natifs peut également compromettre la reconnaissance de la parole native. Selon Bartkova & Jouvet (2007), le problème de détection peut être résolu en créant un modèle de reconnaissance de la parole spécifiquement pour la parole avec un accent étranger.

On retrouve parmi les études sur l'alignement automatique forcé des analyses performantes, comme par exemple celle de Boula de Mareüil *et al.* (2008) sur l'identification des accents étrangers et régionaux en français, ou encore la thèse de Vieru-Dimulescu (2008) sur l'accent étranger en français : cette dernière exploite 10 heures de parole avec accent étranger, afin de détecter les caractéristiques phonétiques et prosodiques des différents accents. L'alignement est alors forcé pour les mots, mais libre de choisir une variante phonétique parmi les variantes proposées. Il en résulte que l'insertion de nouvelles variantes utilisées par des locuteurs étrangers du français en tant que langue étrangère et les informations acoustiques sur les « indices linguistiques » (p. 165) permettent de créer de nouveaux modèles acoustiques et de trouver des solutions aux problèmes rencontrés par les SRA lorsqu'ils sont confrontés à trop de variabilité dans la parole. Les réflexions apportées à ce sujet par la littérature suggèrent une tâche moins aisée pour le luxembourgeois, qui se définit par de nombreuses variétés phonétiques.

5.3.2.3 Les études linguistiques du luxembourgeois à partir de grands corpus et d'alignement automatique

L'alignement automatique du luxembourgeois fait l'objet de recherche du Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur (LIMSI), dont le système est à l'heure actuel le plus performant, malgré les défis qui restent à relever. Les variétés de prononciation en luxembourgeois représentent un défi pour un SRA. La variation lexicale semble plus affecter les systèmes que les variétés phonétiques. En ce sens, il est possible d'optimiser les capacités des SRA du luxembourgeois en améliorant les modèles acoustiques, ce qui suppose une connaissance approfondie sur les descriptions phonétiques des sons, surtout des voyelles. L'étude sur l'alignement automatique du luxembourgeois permet de répondre à des questions linguistiques, comme c'est le cas par exemple des travaux de Snoeren & Adda-Decker (2009) qui exploite l'utilisation du *n* mobile en luxembourgeois.

Dans le cas de la création d'un nouveau corpus, il est possible d'intégrer de nouvelles variantes lexicales au sein du dictionnaire de prononciation, afin d'enrichir celui-ci et de l'utiliser conjointement avec des modèles acoustiques d'autres langues qui détectent bien les caractéristiques du luxembourgeois. Des études présentent dif-

férents résultats selon les modèles de langues appliqués au luxembourgeois (Adda-Decker *et al.*, 2011), (Adda-Decker *et al.*, 2014). Globalement, les meilleurs résultats s'obtiennent avec les modèles allemands. En revanche, les diphongues sont mieux modélisées par les modèles anglais, alors que les voyelles nasales sont logiquement mieux représentées par les modèles français. Ces études montrent qu'une langue comme le luxembourgeois peut être traitée avec des modèles acoustiques développés pour d'autres variétés de langues, ce qui permet de mettre en évidence les similarités et les différences entre le luxembourgeois et les autres langues. Des analyses plus amples sur le luxembourgeois, notamment en phonétique acoustique, permettraient d'améliorer les modèles acoustiques et d'optimiser les méthodes de reconnaissance automatique pour le luxembourgeois.

5.3.3 La description du corpus

Le corpus que nous avons obtenu représente un premier corpus rassemblant de la parole native et non native du luxembourgeois ainsi que de la parole native du français. Au total, le corpus se compose de 12h30 de parole lue et spontanée. Nous avons subdivisé le corpus en corpus de parole native, nommé Lëtz-Co (Lëtzebuergesch Corpus) et de parole non native, nommé Lëfl-Co (Lëtzebuergesch for French Learners Corpus). Alors que la parole lue a été segmenté manuellement, les segments de la parole spontanée ont été alignés avec un aligneur automatique. Le corpus Lëtz-Co se compose de 5h15 de parole native lue et spontanée. Pour alléger la transcription de la parole des locuteurs enregistrés, nous avons segmenté le corpus, en supprimant la parole du chercheur, et créé un nouveau fichier dédié aux analyses. La version originale du corpus a toutefois été gardée. Une fois segmenté, le corpus se compose de 2h25 de parole native, qui se subdivise en 1h00 de parole lue et 1h30 de parole spontanée. Il contient trois registres de parole :

1. Le premier registre contient des mots lexicaux produits en contexte isolé (MOTS). Chaque locuteur a produit 92 mots, dont 20 paires minimales, ce qui donne un total de 920 mots.
2. Le deuxième registre contient une lecture de dix phrases à trous et de deux textes (TEXT) par locuteur. Les phrases à trous se composent en tout de 89 mots divers par locuteur, soit 890 mots en tout. Les textes se composent de 327 mots par locuteur, soit 3.270 mots en tout.
3. Le troisième registre est la parole spontanée, qui se compose de 18.277 segments, qui inclut également les hésitations et les mots mal prononcés ou peu compréhensibles.

Le corpus Léfl-Co se compose de 7h20 de parole non native lue et spontanée en luxembourgeois et de parole native lue et spontanée en français. Comme pour le corpus Lëtz-Co, nous avons segmenté le corpus. Une fois segmenté, le corpus se compose de 2h00 de parole lue et d'1h00 de parole spontanée en luxembourgeois. Nous obtenons les registres suivants pour le luxembourgeois :

1. Le premier registre contient la lecture de 51 mots lexicaux prononcés en contexte isolé ainsi que 39 mots des 20 paires minimales insérées dans la partie LECTURE (LE) et la partie AUDIO-RÉPÉTITION (AR). Le nombre de mots en contexte isolé et produits dans des phrases dans ces deux parties s'élève ainsi à 1.800 en tout. Les phrases qui contiennent les paires minimales se composent de 259 mots par locuteur et par partie, soit 1.820 mots.
2. Le deuxième registre se compose d'une lecture d'un texte (TEXT) de 188 mots par locuteur, soit 1.880 mots en tout.
3. Le troisième registre est la parole spontanée non native en luxembourgeois. En tout, nous avons relevé 6.678 segments transcrits dans cette partie.

La parole native en français segmentée se compose de 11 minutes de mots en contexte isolé et de 18 minutes de parole spontanée :

- Pour le premier registre de mots français en contexte isolé (FRAN), le nombre de mots s'élève à 58 mots par locuteur parmi huit locuteurs enregistrés, soit 464 mots en tout.
- Le deuxième registre se compose de parole spontanée native en français. Nous avons relevé 4.084 segments pour ce registre.

Dans la suite de la description, nous présentons le nombre de voyelles rassemblées dans les corpus Lëtz-Co et Léfl-Co pour l'analyse acoustique. En raison de l'importance du travail de transcription fournie et du nombre important de données, nous limitons notre analyse aux données qui ont été obtenues avec une méthode similaire, ce qui permet de les comparer entre elles. Pour l'analyse acoustique du registre MOTS dans la parole native, nous disposons des voyelles suivantes (cf. tableau 5.10) :

- 499 voyelles longues et brèves en position tonique,
- 203 voyelles ouvertes en position tonique,
- 328 diphongues en position tonique,
- 84 voyelles centrales en positions tonique et atone.

CATÉGORIES	VOYELLES	LOCUTEURS										TOTAL
		PN1	PN2	PN3	PN4	PN5	PN6	PN7	PN8	PN9	PN10	
Monophthongues	i:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
	i	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	70
	e:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
	e	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
	æ	6	6	6	7	7	6	7	6	6	6	63
	a:	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	70
	o:	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	59
	ɔ	7	7	7	7	8	7	7	7	7	6	70
	u:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
	u	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
Diphthongues	ɛ	3	3	3	2	2	3	2	3	3	3	27
	ə	3	3	3	2	2	3	2	3	3	3	27
	ə	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
	œ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
	œi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	39
	œu	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3	34
TOTAL		65	65	65	64	64	65	64	65	65	64	646
Diphthongues	io	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
	œi	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	60
	œa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
	œu	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
	œi	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	39
	œu	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3	34
	œi	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	41
TOTAL		33	32	33	33	33	33	33	33	33	32	328

FIGURE 5.10 – Le nombre de voyelles extraites pour l'analyse acoustique du registre MOTS, c'est-à-dire le registre qui inclut la lecture des mots en contexte isolé par les locuteurs natifs.

Le nombre d'occurrences par voyelle du registre MOTS est égal pour tous les locuteurs, hormis quelques exceptions principalement dues à la prononciation. Nous manquons de deux productions pour le mot *Haus* (PN2, PN10). PN5 a produit une voyelle brève pour le mot *Doten* ['do:tən] « actes », qui se réalise normalement avec un [o:]. Dans ce cas, nous l'avons considérée comme une voyelle brève. PN10 a prononcé le mot *Sproch* [ʃprɔχ] « proverbe » d'une manière hachée : la voyelle n'étant pas fluide, elle a été supprimée de l'analyse. Pour l'analyse des voyelles centrales dans le registre MOTS, nous avons choisi les occurrences de [ë], [ə] et [œ] contenues dans les mots *Fësch* [fëʃ] « poisson », *Këschten* ['këʃtən] « boîtes », *kënnen* ['kënən] « pouvoir », *kucken* ['kukən] « regarder », *Zocker* ['tsɔkə] « sucre » et *Schouster* ['ʃəustə] « cordonnier ». Cette sélection permet d'analyser le même nombre d'occurrences pour ces trois voyelles. Notons que le mot *Këschten* a été prononcé *Käschten* ['kæʃtən] « coûts » par PN4, PN5 et PN7, ce qui réduit le nombre d'occurrences pour ces deux voyelles. De plus, PN6 a produit le mot *Häip* [hæip] « cabane » avec la prononciation [haip]. Pour l'analyse du registre TEXT, nous utilisons les voyelles suivantes (cf. tableau 5.11) :

- 2.540 voyelles longues et brèves en positions tonique et atone,
- 1.338 voyelles ouvertes en positions tonique et atone,
- 1.811 voyelles centrales en positions tonique et atone,
- 1.137 diphthongues en positions tonique et atone,
- 50 voyelles antérieures semi-ouvertes en position tonique.

Pour les analyses du registre TEXT, nous n'avons pas séparé les voyelles tonique des voyelles en position atone, afin de rendre compte des caractéristiques des voyelles

produites dans des contextes variés.

CATÉGORIES	VOYELLES	LOCUTEURS										TOTAL
		PN1	PN2	PN3	PN4	PN5	PN6	PN7	PN8	PN9	PN10	
Monophthongues	i:	4	2	5	5	6	4	5	5	4	36	
	ɪ	31	34	33	32	31	34	31	33	34	27	328
	e:	21	25	23	23	25	21	23	20	19	223	
	ɛ	16	11	13	13	14	9	15	14	12	11	128
	ɛ:	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
	æ	36	36	34	33	35	34	32	32	34	32	338
	ɑ:	23	24	23	21	22	23	21	22	21	20	220
	ɑ	84	87	86	80	78	75	74	77	72	67	780
	ɔ:	20	21	25	24	18	20	17	18	19	13	195
	ɔ	40	34	37	33	41	38	31	43	37	35	369
	u:	4	3	5	2	4	4	1	5	3	3	16
	ʊ	22	24	25	22	19	27	23	18	22	25	245
	ɛ	25	26	28	26	28	28	28	27	27	28	271
Diphthongues	œ	131	124	161	108	112	112	102	118	90	57	1115
	œ:	47	45	47	42	43	40	38	43	42	38	425
	TOTAL	509	501	550	469	478	480	443	483	443	384	4740
	ie	12	16	13	13	13	11	13	15	13	10	129
	œi	20	20	19	17	18	19	19	19	20	16	187
	uœ	22	17	23	19	22	21	20	19	21	10	194
TOTAL	œu	20	11	14	10	12	13	10	11	12	16	129
	œi	12	13	13	12	11	12	12	12	12	10	119
	œu	6	10	11	7	9	10	7	6	8	7	81
	œi	20	21	20	20	21	22	21	20	21	18	204
	œu	5	4	3	4	4	3	6	7	2	2	94

FIGURE 5.11 – Le nombre de voyelles extraites pour l'analyse acoustique du registre TEXT, c'est-à-dire le registre qui inclut les textes lus par les locuteurs natifs

Le nombre de voyelles dans le registre TEXT, logiquement plus élevé que celui du registre MOTS, permet en outre d'observer la distribution et la fréquence de chaque voyelle, puisque celles-ci se trouvent dans différents contextes. Ainsi, nous pouvons noter la présence importante de la voyelle ouverte [ɑ] et un nombre limité des voyelles [i:] et [u:] dans la parole en luxembourgeois. La remarque de Gilles & Trouvain (2013) sur la fréquence importante des voyelles centrales en position atone en luxembourgeois peut aussi être confirmée à travers les données de notre corpus. En outre, nous avons noté des productions variables des diphthongues [œu] et [œu], notamment dans le mot *Haus* « maison », ce qui suggère une distribution complémentaire de ces deux voyelles en luxembourgeois. La comparaison entre la production du mot *Haus* en contexte isolé, indiqué avec sa graphie, et dans une phrase à trous, où la graphie du mot n'était pas indiquée mais remplacée par une image, confirme la distribution complémentaire de ces deux diphthongues (cf. figure 5.12). L'utilisation alternative des diphthongues [œu] et [œu] dans certains mots peut s'expliquer notamment à travers l'influence de l'allemand. Ainsi, trois locuteurs ont utilisé soit [œu], soit [œu] dans les deux cas (contexte isolé et phrase à trous), alors que d'autres ont varié les productions (ex. [hœus] en contexte isolé et [haus] dans la phrase à trous). Même si cette constatation laisse envisager que les jeunes locuteurs aient plus tendance à être influencé par l'allemand, comme il a notamment été constaté pour les consonnes du luxembourgeois (Conrad, 2015), les données du mots *Haus* ne montrent pas de différences en fonction de la génération de locuteurs.

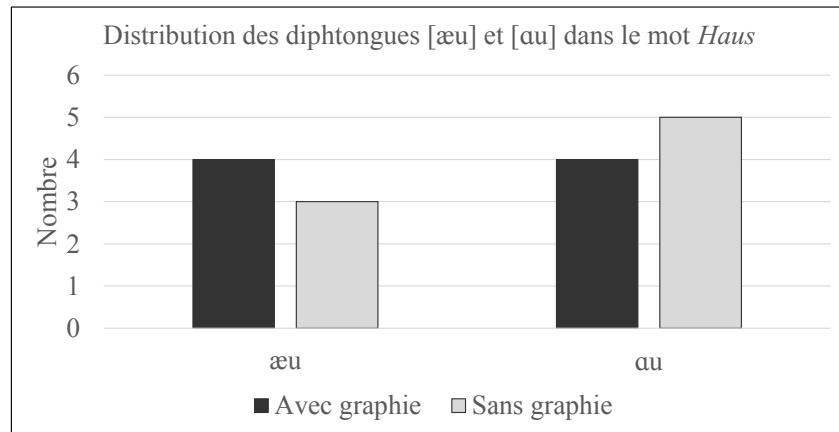


FIGURE 5.12 – La distribution des diphtongues [æu] et [au] dans le mot *Haus* « maison ».

L'analyse des voyelles dans le corpus Léfl-Co prévoit une comparaison entre les données des locuteurs non natifs et natifs, mais aussi une comparaison entre les parties LE, où les voyelles ont été lues, et AR, où elles ont été répétées après écoute. Pour l'analyse acoustique de la partie LE, nous utilisons les voyelles suivantes :

- 480 voyelles longues et brèves en position tonique,
- 189 voyelles ouvertes en position tonique,
- 117 diphtongues en position tonique.

Pour celle de la partie AR, nous utilisons les voyelles suivantes :

- 482 voyelles longues et brèves en position tonique,
- 189 voyelles ouvertes en position tonique,
- 129 diphtongues en position tonique.

Notons que nous avons dû supprimer des mots de l'analyse pour les raisons suivantes : dans la partie LECTURE, nous avons omis sept mots qui n'étaient, soit pas produits (PF1 = *Seid* « soie » ; PF7 = *ticken* « faire tic-tac », *Gäscht* « invités »), soit mal produits (PF8 = *hat* « avait » ; PF9 = *Schéier* « paire de ciseaux », *Scheier* « grange ») ou produit avec une voix trop soufflée (PF3 = *kucken* « regarder ») ; dans la partie AUDIO-RÉPÉTITION, nous avons omis cinq mots qui étaient mal produits et qui ne permettaient pas une analyse des voyelles (PF9 = *Bommen* « bombes », *Scheek* « étui », *schéine* « joli » ; PF8 = *Sproch* « proverbe » ; PF10 = *Kaméil* « chameau »). Notons que nous analysons tout d'abord la prononciation de ces voyelles et que l'analyse acoustique ne porte que sur trois catégories, ce qui exclut les voyelles centrales et les diphtongues contenant un schwa. Le nombre d'occurrences par voyelle et par locuteur pour les analyses acoustiques est présenté dans les tableaux 5.13 et 5.14.

CATÉGORIES	VOYELLES	LOCUTEURS										TOTAL
		PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	PF6	PF7	PF8	PF9	PF10	
Monophthongues	i:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	29
	i	6	6	6	6	6	6	5	5	6	6	58
	e:	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	39
	e	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
	æ	5	5	6	5	6	4	5	5	6	3	50
	a:	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	69
	ɑ	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	70
	ɔ:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	59
	ɔ	7	7	7	7	7	6	6	7	6	7	67
	u:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
	u	4	4	3	4	4	5	4	4	4	3	39
TOTAL		54	54	54	54	54	53	52	52	54	49	530
Diphthongues	æi	4	4	4	3	4	3	4	2	4	2	34
	æu	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	28
	ai	2	4	3	2	3	4	4	2	3	2	29
	au	3	3	3	2	3	3	3	3	2	1	26
TOTAL		12	14	13	10	13	13	14	10	12	6	117

FIGURE 5.13 – Le nombre de voyelles extraites pour l'analyse acoustique de la partie LE, c'est-à-dire la partie qui inclut la lecture des mots et des phrases par les locuteurs francophones.

CATÉGORIES	VOYELLES	LOCUTEURS										TOTAL
		PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	PF6	PF7	PF8	PF9	PF10	
Monophthongues	i:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	28
	i	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	59
	e:	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	38
	e	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
	æ	5	5	5	5	4	6	5	5	5	4	49
	a:	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	70
	ɑ	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	70
	ɔ:	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	59
	ɔ	7	7	7	7	7	7	8	6	5	7	68
	u:	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
	u	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
TOTAL		54	54	54	54	53	55	55	52	51	49	531
Diphthongues	æi	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	38
	æu	3	3	3	2	3	3	3	4	4	4	32
	ai	5	4	3	3	3	4	3	3	3	3	34
	au	3	3	3	2	3	2	3	2	2	2	25
TOTAL		15	14	13	10	13	13	13	13	13	12	129

FIGURE 5.14 – Le nombre de voyelles extraites pour l'analyse acoustique de la partie AR, c'est-à-dire la partie qui inclut la répétition (lue) après écoute des mots et des phrases par les locuteurs francophones.

L'analyse comparative entre les productions vocaliques de la L1 et celles de la L2 inclut les voyelles [ɛ] et [ɑ] produites dans les mots « pêche » [pɛʃ] et « cape » [kap]. Nous avons omis une occurrence de [a] qui n'a pas été produite correctement par le locuteur. Le nombre d'occurrences par voyelle du registre FRAN est représenté sur le tableau 5.15.

VOYELLES	LOCUTEURS								TOTAL
	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	PF8	PF9	PF10	
ɛ	1	1	1	1	1	1	1	1	8
a	1	1	1	1	1	1	1	/	7
TOTAL	2	2	2	2	2	2	2	1	15

FIGURE 5.15 – Le nombre de voyelles extraites pour l’analyse acoustique du registre FRAN, c’est-à-dire le registre qui inclut la lecture des mots français en contexte isolé par les locuteurs francophones.

En somme, la base de données dont nous disposons pour nos analyses acoustiques sur le luxembourgeois est importante, si nous comparons aux études précédentes qui disposaient de données en contexte limité (Keiser-Besch, 1976), (Gilles & Trouvain, 2013). En outre, le corpus que nous avons créé contribue à élargir les ressources sur la parole du luxembourgeois. Il permet de faire des analyses sur différents aspects de la parole, comme par exemple le registre de parole, la fréquence des mots, l’utilisation des mots d’emprunts, les voyelles, les consonnes et la prosodie. Dans la mesure où il s’agit d’un premier corpus assez important et divers sur le luxembourgeois, il serait nécessaire de l’enrichir avec d’autres données pour inclure notamment un nombre plus important d’occurrences pour les voyelles moins fréquentes dans la parole du luxembourgeois. En ce qui concerne notre étude, nous considérons que le nombre de nos données est suffisamment important pour obtenir des résultats sur les caractéristiques acoustiques des voyelles dans la parole native, ainsi que des premiers résultats acoustiques sur les productions non natives des voyelles.

Chapitre 6

Les productions des voyelles dans la parole native

Dans ce chapitre, nous présentons les analyses sur les voyelles du luxembourgeois dans la parole native, effectuées dans le but d'obtenir des valeurs de référence pour la variété parlée dans la région autour de la capitale du Grand-Duché de Luxembourg. Ce chapitre constitue un approfondissement d'un article dans lequel sont définies les caractéristiques acoustiques des monophthongues du luxembourgeois (Thill, 2016). Les analyses sont présentées dans cinq sections, chacune portant sur une des cinq catégories de voyelles que nous avons définies dans le chapitre 5 :

1. les voyelles longues et brèves,
2. les voyelles ouvertes,
3. les voyelles centrales,
4. les diphthongues,
5. la voyelle antérieure semi-ouverte.

Afin de décrire les caractéristiques acoustiques des voyelles, nous entamons deux approches analytiques : la première approche consiste à observer les valeurs des trois premiers formants et la durée des monophthongues du luxembourgeois, c'est-à-dire les voyelles longues et brèves, les voyelles ouvertes et les voyelles centrales ; la deuxième approche implique l'analyse du mouvement dynamique en fonction de F1 et F2 ainsi que de la durée des diphthongues et de la voyelle antérieure semi-ouverte. L'analyse porte sur les voyelles de dix locuteurs natifs, cinq femmes et cinq hommes, produites dans les registres des mots en contexte isolé (MOTS) et des textes (TEXT).

La variabilité de la durée vocalique constitue une problème pour notre analyse, puisque la durée est une propriété acoustique peu résistante aux facteurs de variation. En tenant compte de ce fait, nous pouvons nous attendre à une durée vocalique moins importante dans le registre TEXT que dans le registre MOTS. En effet, il est fort probable que le débit de parole soit plus élevé et la fluidité de la parole plus importante

lorsqu'il y a lecture de textes que lecture de mots en contexte isolé, qui favorise plutôt un débit plus lent. Une comparaison entre les productions des locuteurs ainsi que des registres de parole permet de mettre en évidence la variabilité dans la production tout en proposant une approche analytique pour établir une référence pour le luxembourgeois. En outre, les analyses de ce chapitre donneront la possibilité d'éclaircir des aspects de variation phonétique abordés dans la littérature. Pour l'analyse des formants, nous séparons les productions des femmes et des hommes, en raison de la variation due aux différences physiologiques entre les deux sexes.

6.1 Les voyelles longues et brèves

La première analyse de ce chapitre porte sur l'opposition entre les voyelles longues et brèves de cinq paires, suggérant une durée contrastive : [i:]-[i], [e:]-[e], [a:]-[a], [o:]-[ɔ] et [u:]-[u]. Simultanément, le contraste entre [a:] et [a] au niveau du timbre (Gilles & Trouvain, 2013) justifie une prise en compte du timbre pour les autres paires dans l'analyse. Le but est de répondre à la question : quelles caractéristiques acoustiques opposent les voyelles longues aux voyelles brèves ? En partant du fait que les voyelles longues et brèves contrastent d'une manière similaire à [a:]-[a], nous posons l'hypothèse suivante : les voyelles longues et brèves s'opposent par la durée et le timbre. L'analyse du registre MOTS porte sur 499 occurrences, celle du registre TEXT porte sur 2540 occurrences.

Nous présumons que l'illustration idéale des deux premiers formants des voyelles est le triangle vocalique, sur lequel F1 occupe l'axe des ordonnées et F2 l'axe des abscisses. Sur le triangle vocalique, il est possible de comparer les dispersions vocaliques et de relever les différences entre les voyelles en fonction de ces deux formants. Cette première observation rend compte de la variation en fonction du registre de parole. Dans l'ensemble, les voyelles du registre MOTS sont concentrées à des endroits relativement précis à la périphérie du triangle vocalique, tandis que celles du registre TEXT tendent à occuper tout l'espace du triangle (cf. figures 6.1 et 6.2). Les voyelles antérieures [i:], [i] et [e:] sont très fermées, tandis que [e] occupe l'espace acoustique d'une voyelle semi-fermée. L'espace entre [e] et la voyelle ouverte [a:] n'est pas occupé, à l'opposé des positions postérieures semi-ouvertes du triangle, occupées par les voyelles [a] et [ɔ]. La voyelle [o:] s'étend sur l'espace d'une voyelle semi-fermée. Quant à la voyelle fermée [u], elle tend à se positionner au centre du triangle vocalique. Nous pouvons noter que la taille des triangles vocaliques reste à peu près inchangé pour les deux registres de parole MOTS et TEXT, ce qui veut dire que les cibles acoustiques sont atteintes, dans des proportions variables, pour les deux. Concernant le registre TEXT, une partie non négligeable des réalisations n'atteint pas vraiment ces cibles : par exemple, nous observons des réalisations de [u:] dans l'espace acoustique

de la voyelle antérieure [i] chez les hommes, ce qui pourrait indiquer une centralisation de la voyelle dans la parole fluide. En inspectant la dispersion des voyelles en fonction des cinq paires, nous observons des différences acoustiques variables en fonction de la nature de la voyelle. Une analyse des moyennes permettra de clarifier ces différences.

Les voyelles tendent à occuper chacune une place spécifique sur le triangle vocalique, ce qui permet d'évaluer les écarts acoustiques entre les voyelles longues et brèves des cinq paires. L'écart entre deux voyelles est défini à partir des moyennes de F1 et F2. En guise d'illustration, nous retrouvons les triangles vocaliques de chaque locuteur pour le registre MOTS sur les figures 6.3 et 6.4. Notons que l'écart entre chaque voyelle longue et brève des cinq paires est suggéré par une flèche allant d'une voyelle longue à la voyelle brève contrastive. Des affirmations globales sur les écarts peuvent être établies à travers les observations suivantes : tout d'abord, nous constatons une variation entre les locuteurs au niveau des écarts, comme par exemple entre PN6 et PN9 pour les paires [i:]-[i] et [u:]-[u] ; ensuite, nous observons des écarts importants entre les voyelles longues et brèves des paires [e:]-[e] et [a:]-[a], qui se démarquent ainsi des autres paires. Ces constatations supposent que certaines paires intègrent plus que d'autres l'opposition au niveau du timbre. Dans le registre TEXT, les paires [e:]-[e] et [a:]-[a] maintiennent un écart important, tandis que les voyelles longues [i:], [o:] et [u:] se rapprochent acoustiquement des voyelles brèves contrastives [i], [ɔ], [u], [o] et [u:] étant en outre plus affectées par la centralisation. À partir de ces observations, nous allons détailler les écarts pour les cinq paires.

Une comparaison entre les écarts acoustiques des voyelles longues et brèves des cinq paires peut être effectuée, à condition de procéder à un calcul qui inclut F1 et F2. Une manière efficace pour parvenir à ce résultat est le calcul de la distance euclidienne, dont la définition est donnée par Upton & Cook (2008, p. 118) :

distance measure A measure of the distance between points in multidimensional space (also called a metric). [...] **Euclidean distance** is the straight-line distance between two points [...].¹

La distance euclidienne est souvent employée pour caractériser les différences entre deux voyelles dans un espace bidimensionnel, dans le cas d'une représentation en fonction de deux formants, ou multidimensionnel, dans le cas d'une représentation en fonction de plus de deux formants (Harrington *et al.*, 2012; Kamiyama, 2012; Watson *et al.*, 2016). L'écart en fonction de F1 et F2 préconise le calcul de la distance euclidienne sur un espace bidimensionnel. Nous avons utilisé la formule mathématique suivante pour calculer la distance euclidienne D_{eucl} entre une voyelle longue et une voyelle

1. **mesure de distance** La mesure d'une distance entre des points dans un espace multidimensionnel (appelée également une métrique). [...] **La distance euclidienne** est une ligne droite entre deux points [...].

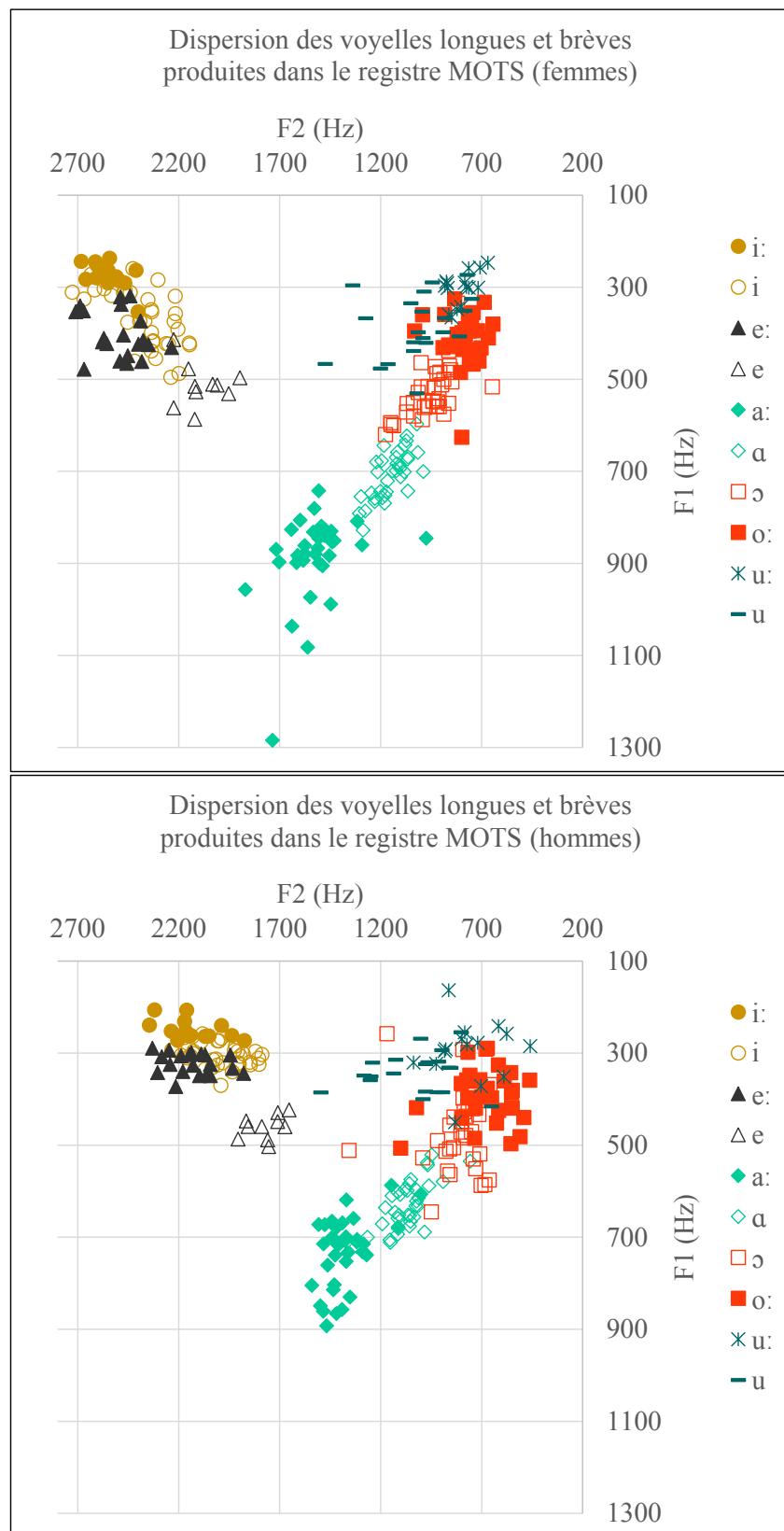


FIGURE 6.1 – La dispersion de 499 voyelles longues et brèves produites par les locuteurs natifs dans le registre MOTS.

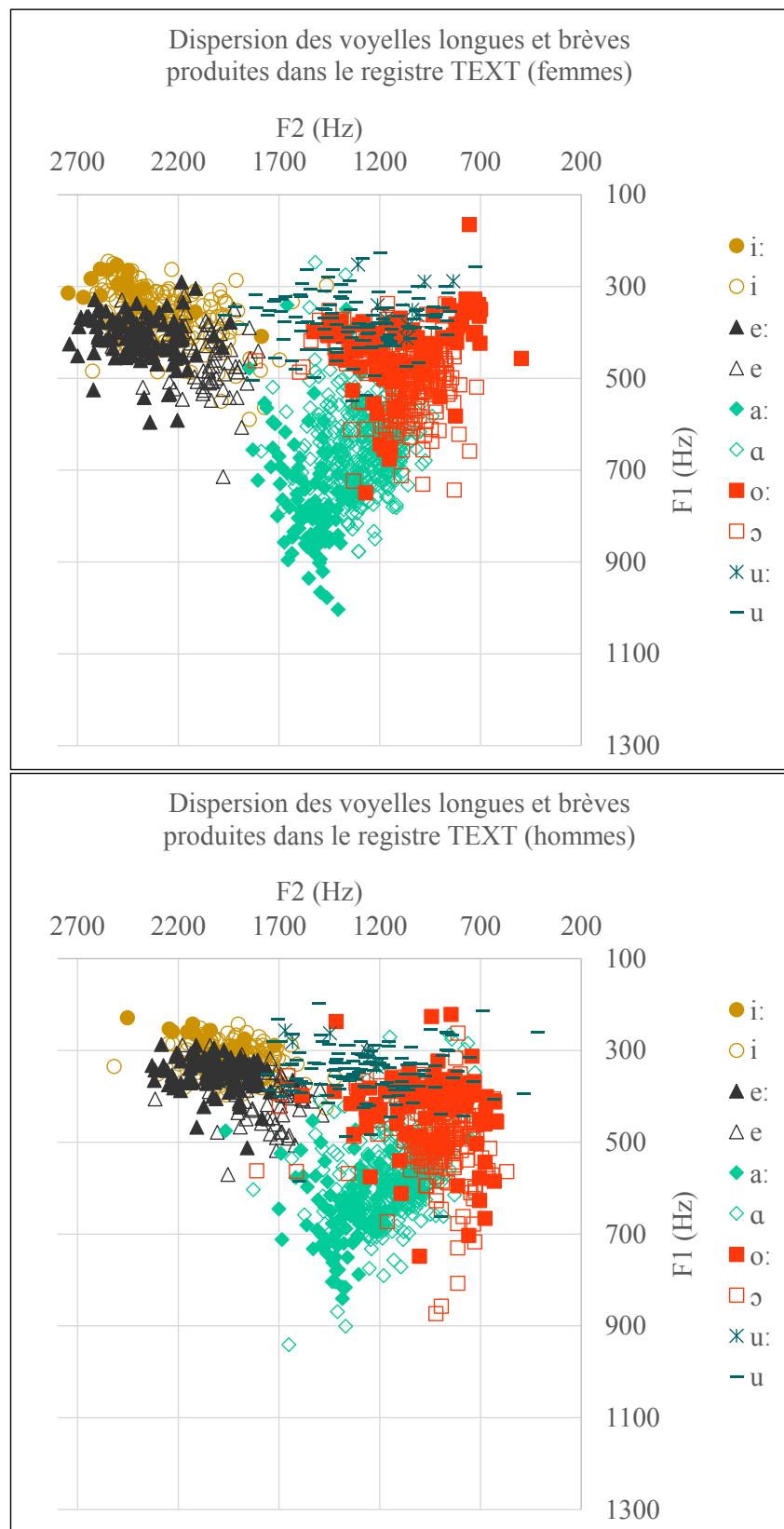


FIGURE 6.2 – La dispersion de 2540 voyelles longues et brèves produites par les locuteurs natifs dans le registre TEXT.

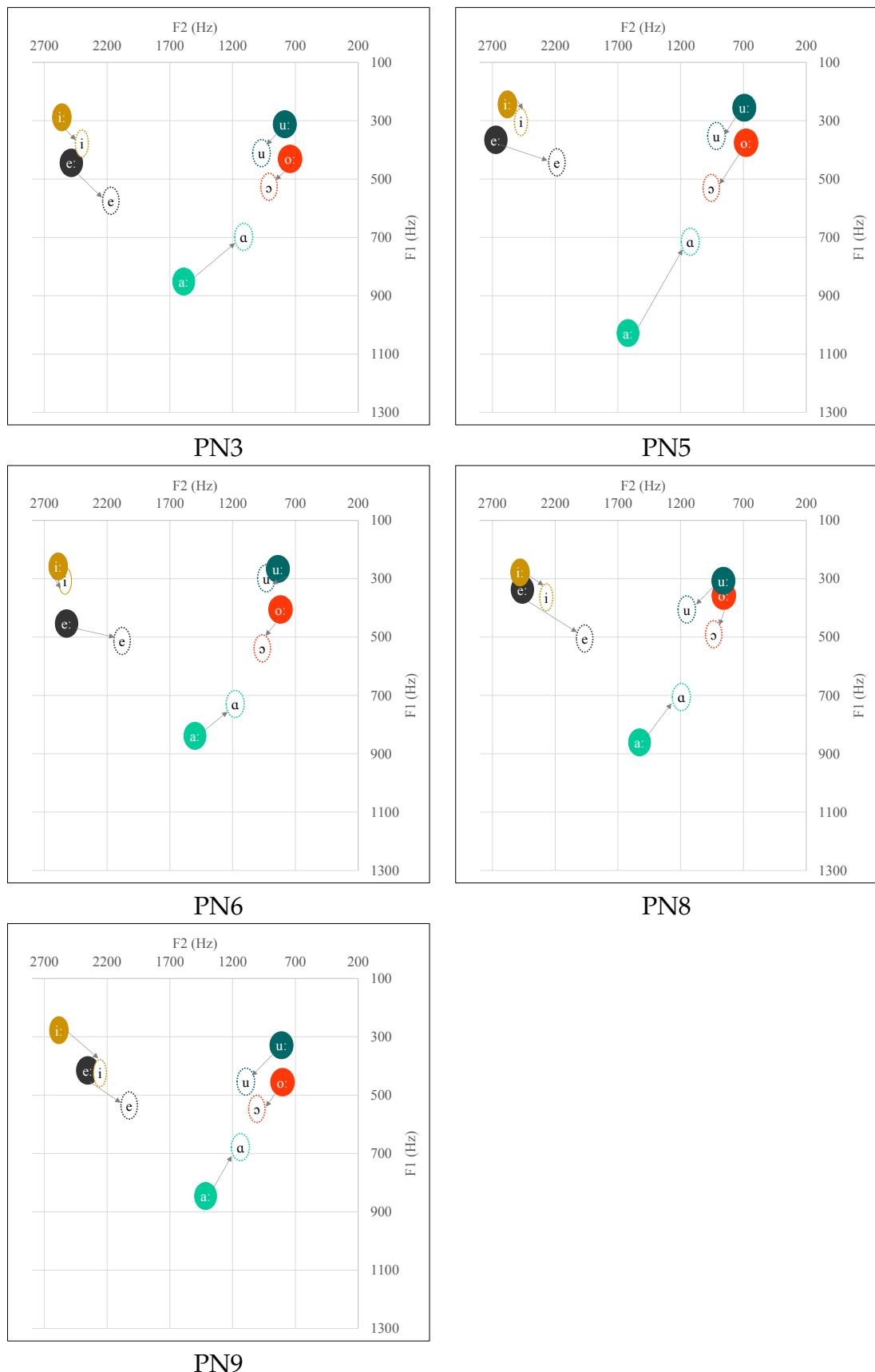


FIGURE 6.3 – Les moyennes de F1 et F2 des voyelles longues et brèves contrastives produites par cinq femmes dans le registre MOTS. Les voyelles sont représentées en fonction de leurs moyennes.

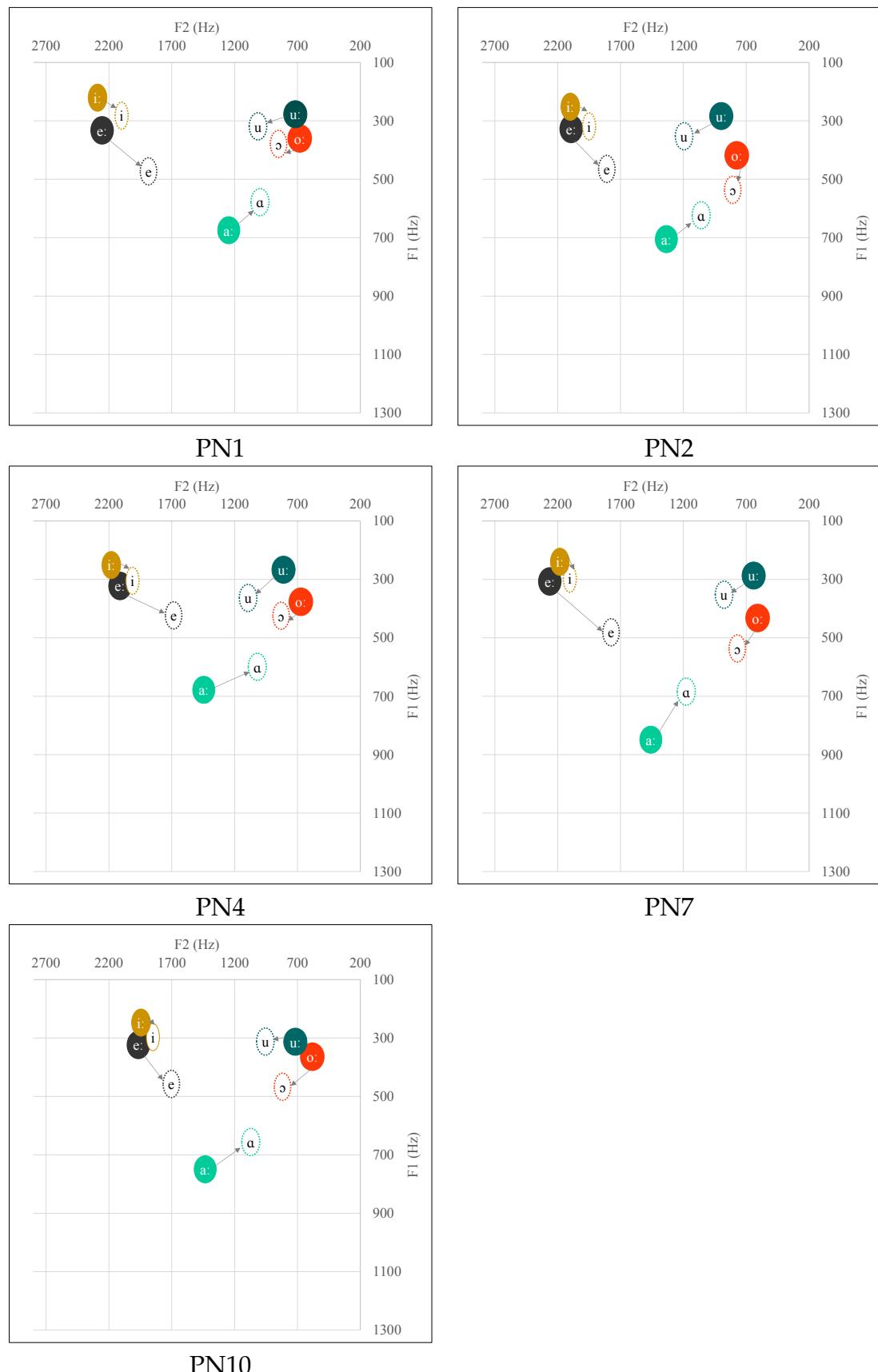


FIGURE 6.4 – Les moyennes de F1 et F2 des voyelles longues et brèves contrastives produites par cinq hommes dans le registre MOTS. Les voyelles sont représentées en fonction de leurs moyennes.

brève :

$$D_{eucl} = \sqrt{(\overline{F_1(V_L)} - \overline{F_1(V_B)})^2 + (\overline{F_2(V_L)} - \overline{F_2(V_B)})^2}$$

Dans cette formule, les éléments élevés au carré indiquent la soustraction de la valeur moyenne d'un formant F de la voyelle longue V_L et celle de la voyelle brève V_B , F_1 représentant la moyenne de F1 et F_2 la moyenne de F2 des voyelles V_L et V_B . Comme la gamme de fréquences est plus élevée pour F2 que pour F1, la formule de la distance euclidienne tiendrait surtout compte de F2. Pour remédier à ce problème, Watson *et al.* (2016) proposent de convertir les valeurs de Hertz en Bark, ce qui permet d'équilibrer la prise en compte de F1 et de F2 par la formule de la distance euclidienne. La conversion en Bark est effectuée avec la formule de Traunmüller (1990), indiquée ci-dessous :

$$F_{Bark} = \frac{26,81}{1+1960/F_{Hertz}} - 0,53$$

Dans cette formule, F_{Hertz} indique la valeur de chaque formant soumis à la normalisation et F_{Bark} correspond au résultat du calcul. Cette formule permet d'illustrer les unités de Bark sous forme de regroupement de fréquences (Reetz, 2003) et à regrouper les voyelles acoustiquement proches sur une même échelle auditive (Gendrot, 2013). Elle permet ainsi de représenter la hauteur d'un son perçue par l'oreille :

The operation of the inner ear is often viewed as a bank of bandpass filters [...] We define the successive ranges of the filters as a set of **critical bands**, which number about 24. Formally, a critical band is the frequency range in acoustic experiments where human perception changes abruptly as a sound [...] is adjusted so as to have frequency components beyond the band. [...] In a related measure called the Bark scale, one Bark unit corresponds to a critical bandwidth [...]² (Deng & O'Shaughnessy, 2003, p. 243)

Les Barks correspondent à une échelle de fréquence en bandes critiques établie Zwicker (1960). Il s'agit d'une échelle quasi-logarithmique qui reflète la sensibilité à la hauteur et au volume sonore de l'oreille, variable suivant la fréquence du son. Ainsi, les Barks se divisent en 24 bandes critiques, de largeur et d'espacement croissant, comprises entre 0 et 15500 Hz. Selon plusieurs études, un écart entre deux voyelles supérieur à 1 Bark est considéré comme étant suffisamment important pour que l'on

2. Le fonctionnement de l'oreille interne est souvent considérée comme une banque de filtres passe-bande [...] Nous définissons les gammes successives de filtres comme un ensemble de **bandes critiques**, environ au nombre de 24. Conventionnellement, dans des expériences acoustiques, une bande critique est la gamme de fréquences où la perception humaine change brusquement lorsqu'un son est ajusté de telle manière à avoir des composantes fréquentielles au-delà de la bande. [...] Dans une mesure connexe appelée l'échelle de Bark, une unité de Bark correspond à une largeur de bande critique [...]

distingue perceptivement entre deux voyelles (Iivonen, 1995), (Deng & O'Shaughnessy, 2003), (Gilles, 1999).

Les écarts entre les voyelles longues et brèves obtenus à travers le calcul de la distance euclidienne sont exprimés en Bark. Pour illustrer la procédure, nous donnons un exemple de calcul de la distance euclidienne entre [i:] et [i] à partir des moyennes de F1 ([i:] = 2 Bark, [i] = 3 Bark) et de F2 ([i:] = 14 Bark, [i] = 13 Bark) :

$$D_{eucl} = \sqrt{(\overline{F_1(i:)} - \overline{F_1(i)})^2 + (\overline{F_2(i:)} - \overline{F_2(i)})^2}$$

$$D_{eucl} = \sqrt{(2 - 3)^2 + (14 - 13)^2}$$

$$D_{eucl} = 0,83$$

Les résultats sur les distances euclidiennes mettent en évidence la variation entre les locuteurs et les registres de parole. Les distances entre les voyelles longues et brèves pour les registres MOTS et TEXT sont représentées sur la figure 6.5. Globalement, les distances du registre MOTS sont assez importantes, la paire [i:]-[i] affichant les écarts les moins élevés, la plupart du temps en dessous de 1 Bark. Ces faibles écarts contrastent avec des écarts élevés pour [e:]-[e] et [a:]-[a]. Les écarts pour [o:]-[ɔ] et [u:]-[u] se démarquent par une forte variation parmi les locuteurs. Comme attendu, les écarts entre les voyelles longues et brèves se réduisent dans le registre TEXT. Ainsi, les intervalles entre [i:] et [i] se situent en dessous de 1 Bark, sauf pour PN3 (1,1 Bark). Les écarts restent néanmoins élevés pour [a:]-[a], mais sont plus réduits pour [e:]-[e] : par exemple, pour la paire [e:]-[e], PN8 produit un écart de 2,2 Bark dans le registre MOTS et un écart de 1,0 Bark dans le registre TEXT. Notons que les valeurs élevées pour la plupart des paires de PN3 sont probablement favorisées par le style de parole journalistique de la locutrice lors de la lecture du texte. En outre, nous remarquons que PN6 produit des écarts très réduits entre la voyelle longue et la voyelle brève des paires [i:]-[i] et [u:]-[u] : il se peut que PN6 utilise dans ce cas plutôt la durée pour marquer la différence entre les voyelles longues et brèves pour ces deux paires. Dans l'ensemble, les résultats suggèrent que la lecture de textes tend à affaiblir l'opposition entre les voyelles longues et brèves au niveau du timbre.

Les distances euclidiennes signalent des écarts importants entre les voyelles longues et brèves au niveau de F1 et F2. Afin de savoir si le troisième formant joue également un rôle au niveau du timbre contrastif, nous avons ajouté les moyennes de F3 à la formule de la distance euclidienne et comparé ce résultat aux résultats précédents. Dans l'ensemble, nous avons constaté que F3 influence peu l'écart entre les voyelles longues et brèves pour les et postérieures, mais renforce, dans certains cas, l'écart entre les voyelles longues et brèves pour les voyelles fermées et semi-fermées. Nous allons vérifier ces constatations avec des tests statistiques.

Afin de comparer statistiquement les moyennes des voyelles longues et brèves de chaque paire, nous avons fait, pour chaque registre de parole, cinq comparaisons

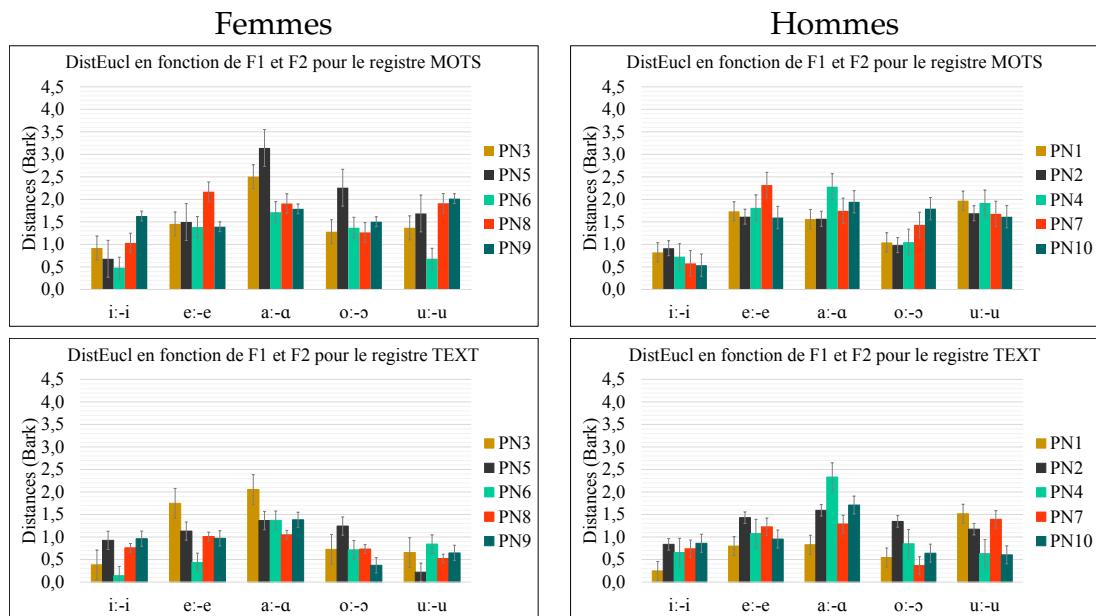


FIGURE 6.5 – Les distances euclidiennes calculées à partir des moyennes de F1 et F2 (Bark) pour les paires de voyelles contrastives longues et brèves produites par les locuteurs natifs dans les registres MOTS et TEXT. Les distances sont représentées avec leurs erreurs types.

par sexe de locuteur. Comme le but est de comparer des échantillons provenant de deux groupes différents, nous avons opté pour les tests t indépendants, ou non appariés (Grosjean & Dommergues, 2011). À travers ces tests, il est possible de voir si les moyennes de deux groupes sont différentes. Selon notre hypothèse, il y a une différence entre les deux groupes comparés. Nous avons effectué les tests avec le logiciel JASP (JASP Team, 2016). L'illustration des résultats inclut les valeurs de t et de p (*** = significatif à $< 0,001$, ** = significatif à $< 0,01$, * = significatif à $< 0,05$ et où la probabilité que le résultat soit dû au hasard est de 5%, ns = non significatif) ainsi que le degré de liberté (dl). Une valeur significative pour p indique une différence entre les moyennes des deux groupes. Les moyennes des groupes, le nombre d'occurrences de chaque groupe, le degré de liberté, ainsi que les valeurs de t et de p sont présentés plus en détail dans les tableaux 10.6 et 10.7 dans le chapitre 10.

Les tests t mettent en évidence l'importance des deux premiers formants pour l'opposition entre les voyelles longues et brèves du registre MOTS. En effet, pour F1, les résultats indiquent une différence significative à $p < 0,001$ entre les moyennes de [i:] et [i], [e:] et [e], [a:] et [a] ainsi que [o:] et [ɔ]. Par contre, nous retrouvons une différence significative entre les moyennes de [u:] et [u] uniquement pour les femmes. Pour F2, les résultats affichent une différence significative entre les moyennes de [e:] et [e], [a:] et [a], [o:] et [ɔ] ainsi que [u:] et [u]. Dans le cas de [i:] et [i], le résultat est uniquement significatif pour les femmes. À travers ces résultats, nous pouvons valider l'importance de F1 et F2 pour l'opposition entre les voyelles longues et brèves du registre

MOTS.

Les résultats des tests comparant les moyennes des voyelles longues et brèves du registre TEXT sont plus variables. Dans le cas de F1, les tests révèlent une différence significative à $p < 0,001$ entre les moyennes de [e:] et [e], [a:] et [a], [o:] et [ɔ] ainsi qu'entre les moyennes pour les paires [i:]-[i] et [u:]-[u] pour les femmes. Au niveau de F2, nous constatons une différence significative entre les moyennes pour les paires [e:]-[e] et [a:]-[a] ainsi que [i:]-[i] pour les femmes. Par contre, les voyelles postérieures se démarquent des autres paires au niveau du deuxième formant à travers une différence non significative entre les moyennes. Dans l'ensemble, nous pouvons mettre en évidence l'importance de F1 et F2 pour l'opposition entre les voyelles longues et brèves dans la parole contrôlée et, dans certains, dans la parole fluide. La réalisation de [u:]-[u] semble suggérer une fusion acoustique de ces deux voyelles dans le registre TEXT, provoquée à travers l'antériorisation de la voyelle longue au niveau de F2.

Les différences entre les moyennes de F3 indiquent des résultats plus variables. Pour les données du registre MOTS, les tests révèlent une différence significative à $p < 0,001$ entre les moyennes pour les paires [i:]-[i] et [e:]-[e]. Pour les données du registre TEXT, nous constatons une différence significative entre les moyennes de [i:] et [i] ainsi que de [e:] et [e] pour les femmes. La différence entre les moyennes de [a:] et [a] est significative pour les hommes. Finalement, les voyelles postérieures se démarquent une fois de plus, puisque la différence n'est pas significative entre les moyennes de [o:] et [ɔ] et [u:] et [u]. Ces résultats confirment que le troisième formant joue essentiellement un rôle pour les voyelles fermées et semi-fermées, mais pas pour les voyelles postérieures.

Les tests t montrent une variation quant au rôle des formants pour l'opposition entre les voyelles longues et brèves. Cette variation est moins importante pour le registre MOTS, comme attendu en raison d'un débit de parole plus lent et contrôlé. À l'opposé, elle est plus importante pour le registre TEXT, puisque la parole est plus fluide et affecte plus les cibles acoustiques des voyelles. Nous relevons également quelques différences entre les résultats des femmes et des hommes. En résumé, les résultats des tests peuvent être consultés sur le tableau 6.1.

Afin d'approfondir statistiquement l'observation de l'opposition entre voyelles longues et brèves au niveau du timbre, nous avons également effectué des tests t pour les distances euclidiennes. Le but est de voir

- d'une part, si la prise en compte de F3 influence la mesure de l'écart entre les voyelles longues et brèves de chaque paire ;
- d'autre part, si le registre influence les écarts en fonction de F1 et F2 entre les voyelles longues et brèves de chaque paire.

Paire	Sexe	MOTS			TEXT		
		F1	F2	F3	F1	F2	F3
[i:]-[i]	Femmes	***	***	***	**	***	**
	Hommes	***	**	***	ns	*	ns
[e:]-[e]	Femmes	***	***	***	***	***	***
	Hommes	***	***	***	***	***	**
[a:]-[a]	Femmes	***	***	ns	***	***	ns
	Hommes	***	***	*	***	***	***
[o:]-[ɔ]	Femmes	***	***	ns	***	ns	ns
	Hommes	***	***	ns	***	ns	ns
[u:]-[u]	Femmes	***	***	ns	*	ns	ns
	Hommes	*	***	ns	ns	ns	ns

Tableau 6.1 – La significativité des tests t comparant les moyennes de F1, F2 et F3 des voyelles contrastives longues et brèves dans les registres MOTS et TEXT. La différence entre les femmes et les hommes est désignée par des cases turquoise.

Les tests t comparant les moyennes des distances euclidiennes en fonction des deux premiers formants et en fonction des trois premiers formants pour chaque paire de voyelles contrastives longues et brèves indiquent une différence non significative à $p > 0,05$, tant pour le registre MOTS que pour le registre TEXT, suggérant que F3 n'influence pas l'écart entre les voyelles longues et brèves pour les paires respectives. Les tests comparant les distances euclidiennes des registres MOTS et TEXT indiquent une variation parmi les groupes comparés. Le tableau 6.2 illustre en résumé le résultat des tests en fonction de deux facteurs :

- la comparaison entre les distances F1+F2 et les distances F1+F2+F3 pour les cinq paires contrastives n'indique pas de différence significative,
- la comparaison entre les distances F1+F2 du registre MOTS et du registre TEXT ainsi qu'entre les distances F1+F2+F3 du registre MOTS et du registre TEXT pour les cinq paires contrastives indiquent des résultats variables.

Les valeurs détaillées de ces tests sont illustrées sur les tableaux 10.9 et 10.10 dans le chapitre 10.

Parallèlement au timbre, la durée est une propriété acoustique qui peut informer sur l'opposition entre les voyelles longues et brèves. Comme il est précisé dans la section 4.1.3 du chapitre 4, la durée en tant que propriété acoustique est influencée par un grand nombre de facteurs, notamment le débit de parole. Comme la durée est plus vulnérable à la variation, il est nécessaire d'en tenir compte lors de notre analyse. Pour observer les durées des voyelles dans les registres MOTS et TEXT, nous avons représenté les données de tous les locuteurs dans une distribution sous forme de boîtes à moustaches sur une échelle logarithmique :

Für die Analyse der Segmentdauern wird mit dem Logarithmus zu 10 der

Significativité pour les distances euclidiennes en fonction du					
		Nombre de formants		Registre de parole	
Paire	Sexe	MOTS	TEXT	F1 + F2	F1 + F2 + F3
[i:]-[i]	Femmes	ns	ns	ns	ns
	Hommes	ns	ns	ns	ns
[e:]-[e]	Femmes	ns	ns	ns	*
	Hommes	ns	ns	**	***
[a:]-[a]	Femmes	ns	ns	*	ns
	Hommes	ns	ns	ns	ns
[o:]-[ɔ]	Femmes	ns	ns	*	*
	Hommes	ns	ns	ns	**
[u:]-[u]	Femmes	ns	ns	**	**
	Hommes	ns	ns	**	***

Tableau 6.2 – La significativité des tests t comparant les moyennes des distances euclidiennes des cinq paires de voyelles contrastives longues et brèves produites par les femmes et les hommes dans les registres MOTS et TEXT. Ce tableau indique la significativité en fonction de deux facteurs : le nombre de formants pris en compte dans le calcul de la distance euclidienne et le registre de parole. La différence entre les femmes et les hommes est désignée par des cases turquoises.

Dauer gerechnet, da damit eine Normalverteilung der Daten erreicht wird, welche für verschiedene statistische Verfahren, insbesondere die Varianzanalyse, verlangt wird.³ (Häsler *et al.*, 2005, p. 203)

Contrairement à l'échelle linéaire, l'échelle logarithmique permet de transformer les valeurs en ordre de grandeur : par exemple, l'échelle logarithmique (de base 10) transforme 10, 100 et 1000 respectivement en 1, 2 et 3. L'échelle logarithmique est donc très peu sensible aux petites variations, mais reste sensible aux changements d'ordre de grandeur. La figure 6.6 illustre les données sur une échelle logarithmique, sous forme de boîtes à moustaches. Les barres aux extrémités des boîtes indiquent les valeurs minimales et maximales de la durée. La médiane est représentée par un trait horizontal à l'intérieur des boîtes. Les valeurs des premier (25% des données) et troisième quartiles (75% des données) délimitent 50% des effectifs de chaque distribution à l'intérieur des boîtes. Nous indiquons au lecteur que les valeurs des premier et troisième quartiles, des médianes ainsi que les moyennes peuvent être consultées sur les tableaux 10.4 dans le chapitre 10.

Les distributions renferment plusieurs informations : tout d'abord, nous soulignons la différence entre les voyelles longues et brèves dans le registre MOTS ; ensuite, nous remarquons une différence entre les registres MOTS et TEXT au niveau de la distribution des valeurs. Celles-ci distributions suggèrent une variation vocalique plus importante en fonction de la durée dans le registre TEXT que dans le registre MOTS. La

3. Pour l'analyse des durées segmentales, la durée est calculée avec le logarithme décimal, une distribution normale des données, requise pour différents procédés statistiques, surtout l'analyse de la variance, pouvant alors être acquise à cet effet.

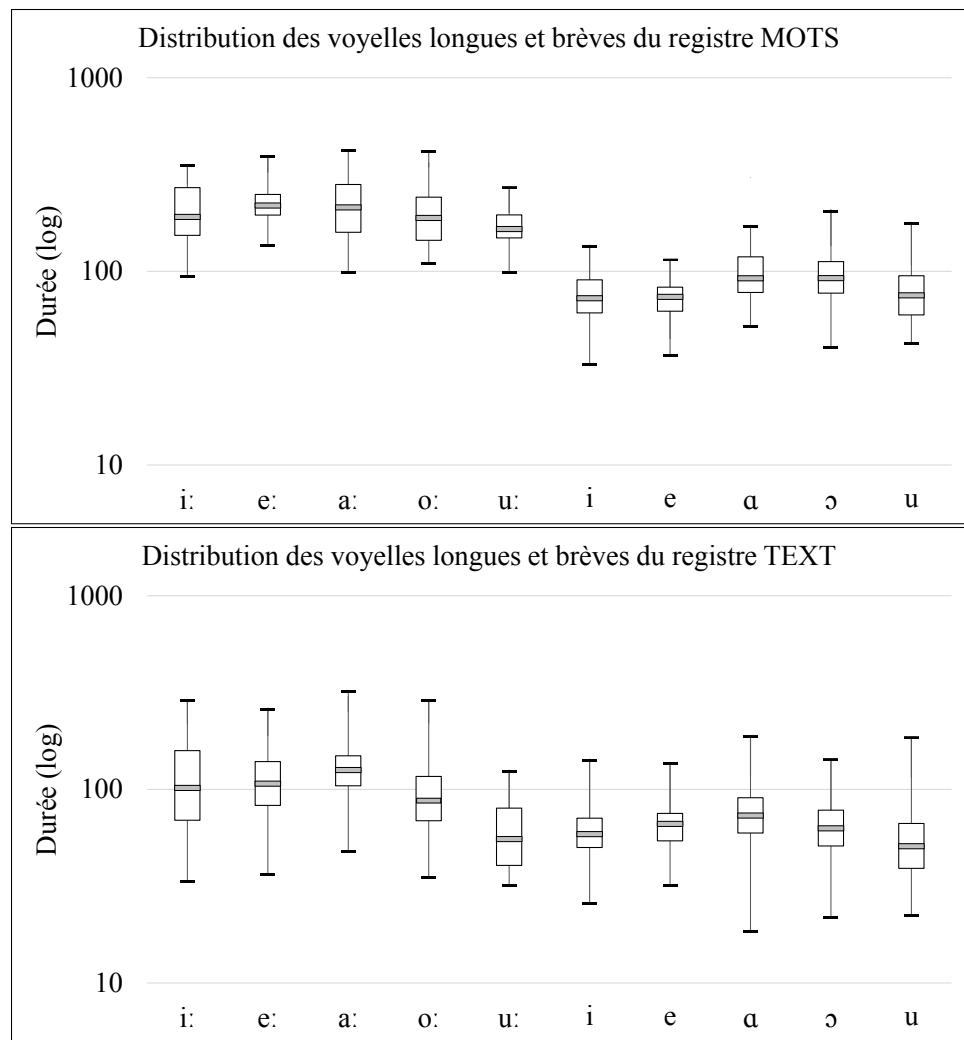


FIGURE 6.6 – La distribution en fonction de la durée (ms) de 499 occurrences (registre MOTS) et 2540 occurrences (registre TEXT) des voyelles longues et brèves représentées sous forme de boîtes à moustaches sur une échelle logarithmique de 10.

comparaison entre les distributions moins étendues, comme celles de [e:], [e] et [u:], et les distributions plus étendues, comme celles de [i:] et [a:], dans le registre MOTS, laisse supposer que certaines voyelles sont plus affectées par la variation au niveau de la durée que d'autres. La variation vocalique en fonction de la durée entrave ainsi la stabilité de cette propriété acoustique. Nous pouvons partir du fait que ces voyelles se caractérisent par un timbre plus précis pour garantir leur compréhension dans la parole.

Au niveau des variations vocaliques, nous observons globalement des valeurs de durée élevées pour les voyelles longues, qui contrastent avec des durées inférieures pour les voyelles brèves chez tous les locuteurs. Nous pouvons acquiescer le fait que l'opposition au niveau de la durée est moins marquée pour les voyelles ouvertes et postérieures que pour les voyelles fermées et semi-fermées. Dans une approche plus globale, nous remarquons que les voyelles longues se caractérisent par une durée plus

élevée que les voyelles brèves, ce qui se constate également au niveau des moyennes de tous les locuteurs. Malgré la variabilité de la durée dans la parole, nos données mettent en évidence des différences entre les voyelles longues et brèves. Comme attendu, les durées moyennes sont plus élevées dans le registre MOTS que dans le registre TEXT.

Les différences observées entre les voyelles longues et brèves au niveau de la durée peuvent être appuyées par des tests statistiques. À l'image des tests *t* que nous avons effectués pour le timbre, nous entamons des tests *t* pour comparer les moyennes de deux groupes, un groupe contenant les valeurs d'une voyelle longue, l'autre celles des voyelles brèves. Les groupes rassemblent les données des femmes et des hommes. Les résultats des tests, résumés dans le tableau 6.3, rapportent une différence significative à $p < 0,001$ entre les moyennes de toutes les paires des registres MOTS et TEXT, sauf [u:]-[u], où la différence n'est pas significative ($p = 0,074$). Les valeurs détaillées des tests pour la durée sont illustrées sur les tableaux 10.8 dans le chapitre 10. Grâce à ces résultats, nous pouvons partir du fait que la durée joue un rôle primordial pour l'opposition entre les voyelles longues et brèves, excepté entre [u:] et [u], dont les résultats du registre TEXT suggèrent que ces deux voyelles se chevauchent également au niveau du timbre.

Significativité pour la durée		
Paire	MOTS	TEXT
[i:]-[i]	***	***
[e:]-[e]	***	***
[a:]-[a]	***	***
[o:]-[ɔ]	***	***
[u:]-[u]	***	ns

Tableau 6.3 – La significativité des tests *t* comparant les durées moyennes des voyelles contrastives longues et brèves des registres MOTS et TEXT.

En plus des distributions, l'opposition entre les voyelles longues et brèves au niveau de la durée est mise en évidence à travers les moyennes dans les deux registres de parole. Ainsi, pour le registre MOTS, les valeurs moyennes élevées pour les voyelles longues s'opposent aux valeurs basses pour les voyelles brèves. Nous pouvons voir ce contraste au niveau des durées moyennes (ms) :

i:	212	-	i	76
e:	223	-	e	73
a:	224	-	a	99
o:	200	-	ɔ	97
u:	170	-	u	84

Dans le registre MOTS, les durées moyennes des voyelles longues peuvent dépasser 200 ms, alors que celles des voyelles brèves se situent la plupart du temps en dessous de 100 ms. Nous constatons donc une différence importante entre les moyennes des voyelles longues et celles des voyelles brèves dans ce registre. Les durées moyennes obtenues pour les voyelles du registre TEXT indiquent une réduction importante de la durée qui semble affecter en particulier les voyelles longues. Cette réduction participe ainsi à un écart plus réduit entre les durées moyennes (ms) des voyelles longues et brèves :

i:	120	-	i	63
e:	115	-	e	66
a:	132	-	a	78
o:	96	-	ɔ	67
u:	64	-	u	56

Dans le registre TEXT, les voyelles longues ont une durée en dessous de 200 ms, voire en dessous de 100 ms pour [o:] et [u:]. Les voyelles postérieures [u:] et [u] se démarquent encore une fois des autres voyelles à travers une durée plus brève. Cette analyse démontre non seulement que les voyelles longues sont plus affectées par la réduction temporelle que les voyelles brèves dans le registre TEXT, mais permet aussi de confirmer un fait universel selon lequel les voyelles fermées, telles que [i] et [e], sont généralement plus brèves que les voyelles ouvertes, comme par exemple [a] (Lehiste, 1976; Di Cristo, 1980). En calculant le rapport entre les moyennes des voyelles longues et brèves, nous constatons que la plupart des paires entretiennent un rapport de 2 : 1 ou de 3 : 1, où la valeur de gauche se rapporte à la longue et la valeur de droite à la voyelle brève. Ces rapports, arrondis vers le haut ou vers le bas au cas par cas sont illustrés sur le tableau 6.4. Les résultats montrent également un rapport de 1 : 1 pour les paires [o:]-[ɔ] et [u:]-[u] produites par PN1, alors que, sur le triangle vocalique de la figure 6.4, nous n'avions pas noté de différence particulière par rapport aux autres locuteurs. Ce résultat pourrait indiquer que le locuteur oppose les voyelles longues aux voyelles brèves plus par le timbre que par la durée. D'une manière générale, ces calculs confirment l'importance de l'opposition entre les voyelles longues et brèves au niveau de la durée pour chaque locuteur.

Malgré la variabilité de la durée en tant que propriété acoustique, nous pouvons donc dégager des tendances dans la production. En conclusion, nous relevons l'importance du rôle des propriétés acoustiques pour les cinq paires de voyelles contrastives longues et brèves :

- dans un premier temps, nous observons que les voyelles postérieures sont plus affectées par la durée, ce qui se constate à travers les résultats obtenus pour les deux registres de parole ;

Paire	Rapports entre les durées moyennes des voyelles longues et des voyelles brèves du registre MOTS									
	Locuteurs									
	PN1	PN2	PN3	PN4	PN5	PN6	PN7	PN8	PN9	PN10
i:-i	2 : 1	3 : 1	2 : 1	3 : 1	3 : 1	3 : 1	3 : 1	4 : 1	2 : 1	3 : 1
e:-e	2 : 1	4 : 1	3 : 1	3 : 1	4 : 1	3 : 1	3 : 1	3 : 1	2 : 1	3 : 1
a:-ɑ	2 : 1	3 : 1	2 : 1	2 : 1	2 : 1	2 : 1	3 : 1	3 : 1	2 : 1	2 : 1
o:-ɔ	1 : 1	3 : 1	2 : 1	2 : 1	2 : 1	2 : 1	2 : 1	2 : 1	2 : 1	2 : 1
u:-u	1 : 1	2 : 1	2 : 1	2 : 1	2 : 1	2 : 1	2 : 1	2 : 1	2 : 1	2 : 1

Tableau 6.4 – Le rapport entre les durées moyennes des voyelles longues et brèves de chaque locuteur natif pour le registre MOTS.

- ensuite, nous pouvons dire que les voyelles antérieures se distinguent tant par la durée que par le timbre, incluant le rôle de F1, F2 et F3, tandis que les voyelles postérieures [o:] et [ɔ] se distinguent surtout par F1 et la durée ;
- en troisième lieu, nous observons que [u:] et [u] s'opposent peu dans la parole, notamment dans le registre TEXT, qui contient de la parole plus fluide que le registre MOTS.

À travers ces résultats, nous pouvons confirmer notre hypothèse pour toutes les paires, sauf pour [u:]-[u]. Cependant, nous rappelons que plusieurs facteurs peuvent entrer en jeu au niveau de la production de la durée, dont le contexte phonologique (ex. consonne voisée et non voisée), la position syllabique des voyelles, ou encore des différences sociologiques, comme l'âge et le sexe. Dans une prochaine étape, il serait nécessaire de pousser l'étude acoustique plus loin et d'effectuer une analyse comparative sur les voyelles en tenant compte plus spécifiquement de ces facteurs de variation.

6.2 Les voyelles ouvertes

La deuxième analyse de ce chapitre porte sur les trois voyelles ouvertes [æ], [a:] et [ɑ]. Selon Gilles & Trouvain (2013), ces voyelles se caractérisent par un timbre et une durée différents. Les résultats de l'étude sociophonétique de Gilles (1999) rapportent en plus une corrélation entre des valeurs proches pour [a:]-[æ] et des valeurs écartées pour [a:]-[ɑ]. Gilles & Trouvain (2013) concluent que les voyelles [a:] et [æ] sont acoustiquement rapprochées, voire qu'elles peuvent se chevaucher, tandis que [a:] et [ɑ] s'écartent acoustiquement tant au niveau du timbre que de la durée. Dans le but de vérifier cette affirmation avec nos données, nous proposons d'étudier le timbre de ces trois voyelles avec, comme appui, l'écart acoustique entre la voyelle longue [a:] et les deux voyelles brèves [æ] et [ɑ]. En complément, nous observons également les valeurs de la durée.

Nous entamons l'analyse des voyelles ouvertes dans le but de répondre à la question : quel est l'écart acoustique entre la voyelle longue [a:] et les voyelles brèves [æ] et [ɑ] au niveau du timbre ? Le but est de vérifier l'hypothèse selon laquelle la proximité acoustique entre [a:] et [æ] implique l'écart entre [a:] et [ɑ]. L'analyse du registre MOTS porte sur 203 occurrences en position tonique, celle du registre TEXT porte sur 1338 occurrences en positions tonique et atone.

La dispersion des données en fonction de F1 et F2 rendent compte de l'espace acoustique occupé par les voyelles ouvertes. La dispersion des voyelles ouvertes est représentée dans les figures 6.7 et 6.8). Afin de mieux les situer, nous avons ajouté les moyennes des voyelles fermées et semi-fermées. Sur ces figures, [æ], [a:] et [ɑ] occupent une position ouverte sur les triangles vocaliques, mais [æ] et [ɑ] se distinguent de [a:] au niveau de F2, [æ] étant plus antérieure et [ɑ] plus postérieure que [a:]. De plus, [æ] et [ɑ] ont tendance à être plus semi-ouverte qu'ouverte par rapport à [a:], [ɑ] ayant tendance à se rapprocher de l'espace acoustique de la voyelle semi-ouverte [ɔ]. Nous observons également plus de chevauchement entre [a:] et [æ], dont les dispersions sont plus étendues dans le registre TEXT, qu'entre [a:] et [ɑ].

Comme nous l'avons annoncé au début de cette section, nous souhaitons vérifier l'écart acoustique entre la voyelle longue [a:] et les deux voyelles brèves [æ] et [ɑ]. Comme les deux premiers formants jouent un rôle assez important dans la distinction de ces voyelles, nous avons calculé les distances euclidiennes en fonction de F1 et F2 pour les paires [a:]-[æ] et [a:]-[ɑ]. Les résultats, représentés sur la figure 6.9, montrent que [a:] et [æ] sont plus rapprochées, alors que [a:] et [ɑ] sont plus éloignées dans les registres MOTS et TEXT, mais ce fait ne s'observe pas dans toutes les productions. Toutefois, la majorité des locuteurs produit un écart acoustique plus élevé entre [a:] et [ɑ] qu'entre [a:] et [æ].

Dans la section 6.1, nous avons trouvé une opposition entre [a:] et [ɑ] au niveau de F1 et F2, confirmée par des tests t indépendants. Afin de valider les différences acoustiques entre [a:] et [æ], nous avons fait le même test comparant cette fois le timbre de [a:] et celui de [æ]. Les tests indiquent une différence significative à $p < 0,001$ entre les moyennes de [a:] et [æ] au niveau de F1 et F2, mais une différence non significative au niveau de F3 (cf. tableau 6.5). Ces résultats sont valables pour les données des registres MOTS et TEXT. Pour consulter les valeurs des tests, nous renvoyons le lecteur aux tableaux 10.11 et 10.12 dans le chapitre 10. D'après les analyses et les résultats des tests t sur le timbre, ce sont les deux premiers formants qui jouent un rôle important pour le contraste entre [a:] et [æ] dans la production.

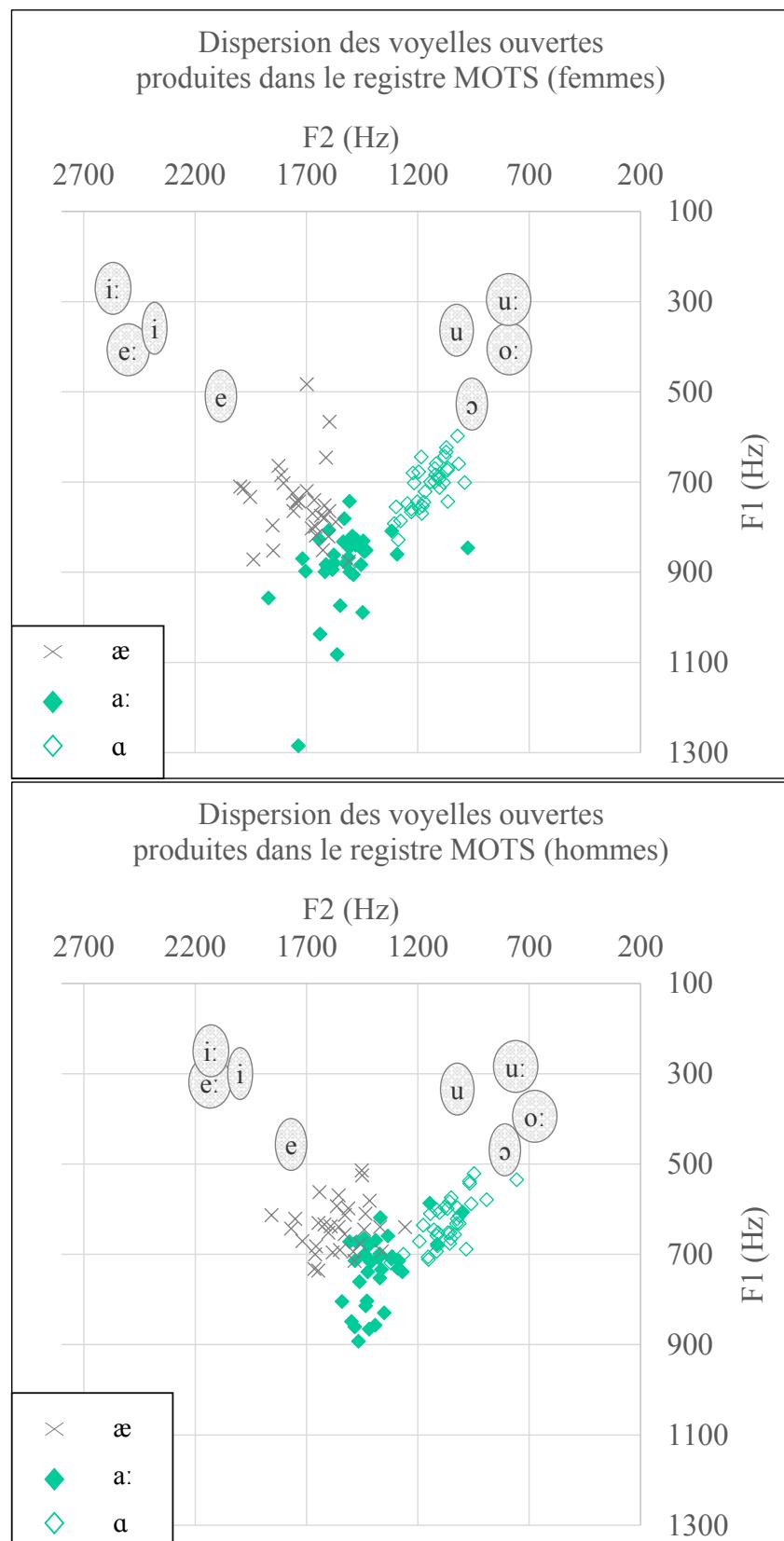


FIGURE 6.7 – La dispersion de 203 voyelles ouvertes produites par les locuteurs natifs dans le registre MOTS.

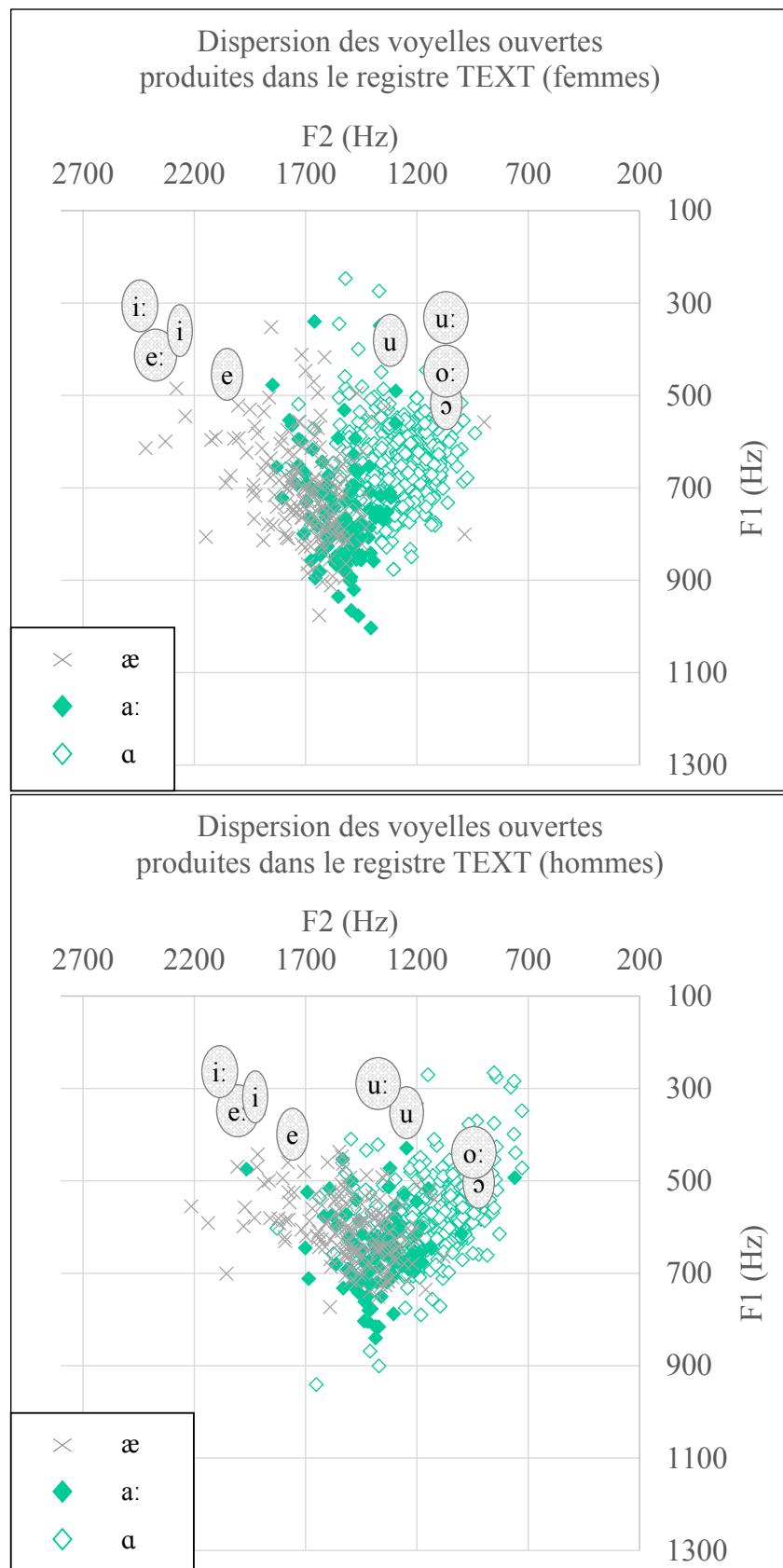


FIGURE 6.8 – La dispersion de 1338 voyelles ouvertes produites par les locuteurs natifs dans le registre TEXT.

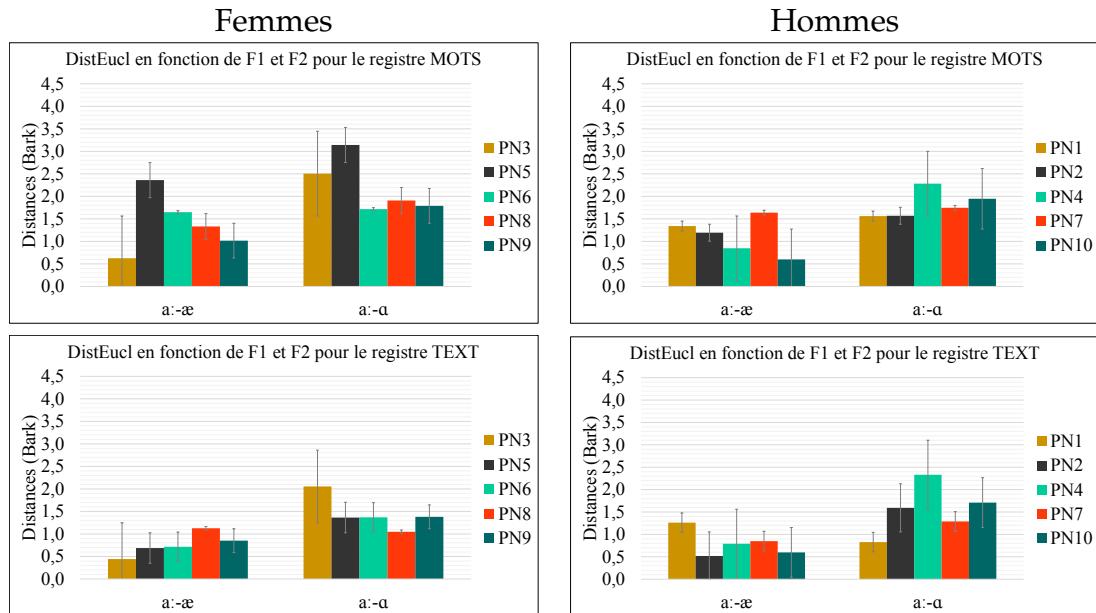


FIGURE 6.9 – Les distances euclidiennes calculées à partir des moyennes de F1 et F2 (Bark) pour les voyelles ouvertes produites par les locuteurs natifs dans les registres MOTS et TEXT. Les distances sont représentées avec leurs erreurs types.

Paire	Sexe	MOTS			TEXT		
		F1	F2	F3	F1	F2	F3
[a:]-[æ]	Femmes	***	***	ns	***	***	ns
	Hommes	***	***	ns	***	***	ns

Tableau 6.5 – La significativité des tests t comparant les moyennes de F1, F2 et F3 pour la paire [a:]-[æ] dans les registres MOTS et TEXT. Nous ne constatons pas de différence entre les femmes et les hommes.

Les différences entre [a:] et [æ] peuvent être appuyées par les valeurs de la durée. D'un point de vue phonologique, la voyelle [a:] a logiquement une longueur plus élevée que [æ] et [ɑ], ce qui se confirme dans la parole à travers les durées moyennes acoustiques (ms) :

Voyelle	MOTS	TEXT
a:	224	132
æ	116	79
ɑ	99	78

Tout en étant consciente du caractère variable de la durée vocalique dans la parole, comme c'était le cas dans la section précédente de ce chapitre, nous pouvons établir des différences entre la voyelle longue et les deux voyelles brèves. Les durées

moyennes de ces dernières sont similaires, même si, en fonction des locuteurs, [æ] peut être plus longue que [a], surtout dans le registre MOTS. Globalement, les résultats indiquent non seulement une différence entre la voyelle longue [a:] et les voyelles brèves [æ] et [a] au niveau de la durée, mais aussi une variation plus importante de la durée pour [a:] en fonction du registre. Des tests t indiquent également une différence significative à $p < 0,001$ entre les moyennes de [a:] et [æ] pour les registres MOTS et TEXT. Les valeurs de ces tests peuvent être consultées sur le tableau 10.13 dans le chapitre 10. En dehors du timbre, la durée est donc également un élément de contraste pour la paire [a:]-[æ].

À travers notre analyse, nous pouvons répondre à notre question de recherche en disant que les voyelles ouvertes s'opposent acoustiquement au niveau du timbre, surtout F1 et F2, et de la durée. De plus, nous pouvons confirmer l'hypothèse selon laquelle [a:] et [æ] sont plus rapprochées, alors que [a:] et [a] sont plus éloignées. Nos résultats soutiennent ainsi les travaux de Gilles (1999) et Gilles & Trouvain (2013).

Sur le plan phonologique, Gilles & Trouvain (2013) considèrent que la voyelle [æ] n'entre pas dans le schéma d'opposition des voyelles longues et brèves au niveau de la longueur. L'opposition entre [a:] et [æ] est toutefois marquée au niveau du timbre, malgré la proximité acoustique de ces deux voyelles. En comparaison avec d'autres langues, la voyelle [æ] a un statut semblable au [e:] en lituanien : cette dernière n'a en effet pas de contrepartie brève au niveau de la durée et, par conséquent, a une durée plus variable, ce qui renforce les caractéristiques de son timbre dans la parole (Campos-Astorkiza, 2012). En formulant l'hypothèse qu'une voyelle ne faisant pas partie du schéma d'opposition au niveau de la longueur aura une durée plus variable que les voyelles ayant une contrepartie au niveau de la durée, Campos-Astorkiza (2012) établit une distinction claire entre les réalisations des voyelles contrastives et celles des voyelles exclues du contraste au niveau de la longueur. Cette hypothèse pourrait être vérifiée d'une manière plus approfondie pour la voyelle [æ], afin de mieux établir sa fonction au sein de la structure de l'inventaire vocalique du luxembourgeois.

6.3 Les voyelles centrales

L'une des particularités de l'inventaire vocalique du luxembourgeois est la voyelle centrale tonique, que nous transcrivons méthodiquement par [ë] pour la distinguer du schwa atone [ə]. Ce que Gilles & Trouvain (2013) nomment schwa réfère à la fois à la voyelle tonique et atone. En luxembourgeois, le schwa apparaît en grand nombre en position atone et ne tend pas à l'éisión comme en allemand. Nous retrouvons également une troisième voyelle centrale atone [ø], réalisée avant /v/ et caractérisée par

un timbre plus ouvert. Les propriétés acoustiques de ces voyelles sont peu spécifiées dans la littérature. Pourtant, nous savons que les voyelles centrales apparaissent dans plusieurs positions dans le mot. Cela est valable pour les voyelles tonique [ë] et atone [ə], qui peuvent être réalisées par exemple en début de mot (ex. [ë] : *ëmmer* ['ëmə] « toujours » ; [ə] : *erëm* [ə'rëm]) ou en syllabe fermée (ex. [ë] : *Schëff* [ʃëf] « bateau » ; [ə] : *lafen* ['la:fən] « courir »).

Afin d'étendre les descriptions acoustiques des voyelles centrales, nous proposons une analyse centrée sur la question : les voyelles centrales tonique [ë] et atone [ə] s'opposent-elles au niveau du timbre ? D'un point de vue acoustique, et notamment en raison de l'accent syllabique présent en luxembourgeois, nous pouvons partir du fait que [ë] possède des caractéristiques différentes de [ə]. La composition de paires minimales entre [ë] et d'autres voyelles (ex. *Gebëss* [gə'bës] « mâchoire » - *Gebeess* [gə'be:s] « confiture ») laisse penser que [ë] a un statut différent de [ə]. Notre supposition induit l'hypothèse que les voyelles [ë] et [ə] s'opposent à travers le timbre et la durée. En complément, nous investiguons les caractéristiques de [ə]. L'analyse du registre MOTS porte sur 54 occurrences et celle du registre TEXT sur 1811 occurrences.

Dans un premier temps, afin d'observer les voyelles centrales sur le triangle vocalique, nous avons représenté les occurrences des registres MOTS et TEXT sous forme de dispersions. La dispersion des voyelles centrales est illustrée avec les moyennes des voyelles périphériques sur les figures 6.10 et 6.11. Nous observons que [ë] et [ə] occupent une position centrale du triangle vocalique, [ë] ayant tendance à être plus postérieur par rapport à [ə]. La voyelle [ə] se distingue acoustiquement plus des deux autres voyelles, puisqu'elle se situe dans l'espace de [a], voire de [ɔ]. En effet, F1 est légèrement plus élevé et F2 plus bas pour cette voyelle. Dans le registre TEXT, les triangles vocaliques indiquent une dispersion plus large pour les trois voyelles, due non seulement au nombre plus important d'occurrences, mais aussi à la variété des contextes dans lesquels se trouvent les voyelles (ex. position du mot dans la phrase). De plus, la dispersion de [ə] est plus large que celle de [ë]. Ces résultats suggèrent que le registre de parole constitue un facteur de variation important pour les voyelles centrales.

Dans un deuxième temps, l'analyse des productions dévoile une faible différence entre [ë] et [ə] au niveau du timbre. Nous constatons que la voyelle [ë] a un F2 souvent moins élevé que [ə], surtout dans le registre MOTS, tandis qu'elle est plus proche de [ə] dans le registre TEXT. Des tests t indiquent une différence significative entre les moyennes de [ë] et [ə] au niveau de F2 dans le registre MOTS et au niveau de F1 dans le registre TEXT. Le résumé des tests est apporté sur le tableau 6.6. Notons que les valeurs obtenues à travers les tests t peuvent être consultées sur les tableaux 10.14 et 10.15 dans le chapitre 10. L'analyse du timbre suggère ainsi que [ë] et [ə] ne s'opposent que très peu au niveau acoustique.

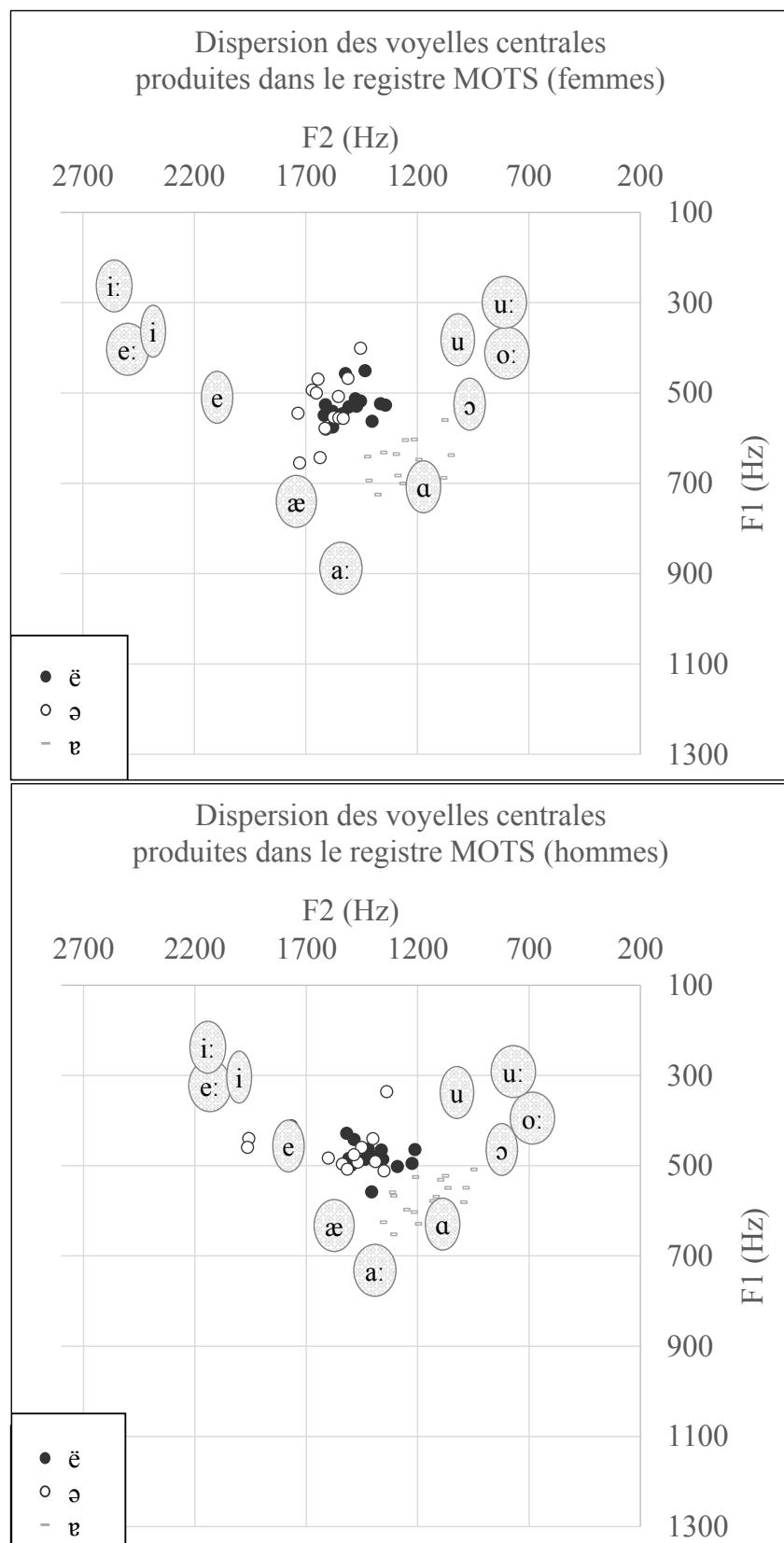


FIGURE 6.10 – La dispersion de 54 voyelles centrales produites par les locuteurs natifs dans le registre MOTS.

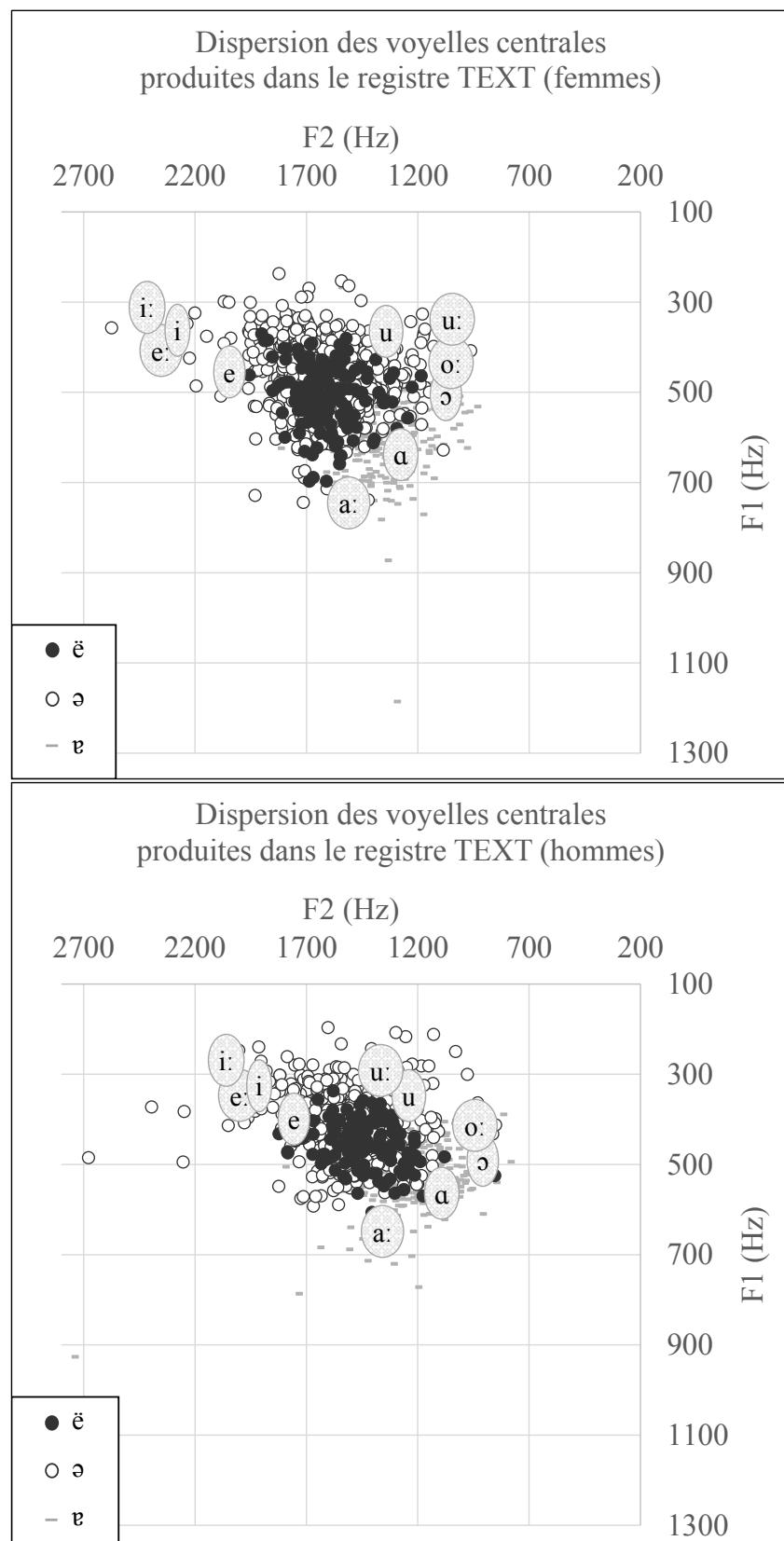


FIGURE 6.11 – La dispersion de 1811 voyelles centrales produites par les locuteurs natifs dans le registre TEXT.

Paire	Sexe	MOTS			TEXT		
		F1	F2	F3	F1	F2	F3
[ë]-[ə]	Femmes	ns	**	ns	***	ns	ns
	Hommes	ns	*	*	***	***	ns

Tableau 6.6 – Le degré de significativité des résultats des tests t appliqués à F1, F2 et F3 pour la paire [ë]-[ə] des registres MOTS et TEXT. La différence entre les femmes et les hommes est désignée par des cases turquoises.

La différence restreinte entre [ë] et [ə] au niveau du timbre peut être appuyée par la durée. En dehors du fait que la durée constitue une propriété acoustique très variable, elle révèle une variation en fonction du registre pour les voyelles centrales. Nous retrouvons ainsi les durées moyennes (ms) suivantes :

Voyelle	MOTS	TEXT
ë	97	66
ə	136	65
ɛ	217	97

Des tests rapportent une différence significative à $p < 0,001$ entre les durées moyennes de [ë] et [ə] du registre MOTS. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que, dans le registre MOTS, la voyelle [ə] se trouve toujours en deuxième position dans les mots dissyllabiques (ex. *kënnen* ['kënən] « pouvoir ») : même si l'accent lexical se situe sur la première syllabe des mots dissyllabiques, nous pouvons expliquer la durée plus longue de [ə] par un relâchement temporel de la deuxième syllabe qui contient cette voyelle. Cette affirmation peut être appuyée par les durées moyennes longues de [ɛ], qui se trouve également en deuxième position syllabique des mots produits en contexte isolé (ex. *Zocker* ['tsɔkə] « sucre »). Dans le registre TEXT, les durées moyennes sont plus réduites et les tests t indiquent cette fois une différence non significative entre les durées moyennes de [ë] et [ə] ($p = 0,628$). Les valeurs obtenues pour les tests peuvent être consultées sur le tableau 10.16 dans le chapitre 10. L'analyse de la durée confirme une faible opposition, voire l'absence d'opposition acoustique entre [ë] et [ə] dans la parole fluide.

Les résultats de cette analyse montrent que les voyelles [ë] et [ə] se distinguent peu acoustiquement l'une de l'autre, malgré la différence au niveau de leur position syllabique et de leur caractère prosodique. Les différences entre les durées moyennes de [ë] et [ə] obtenues pour le registre MOTS se rapportent au contexte des voyelles produites. En effet, la production des mots en contexte isolé peut favoriser les propriétés acoustiques des voyelles, car le débit est souvent plus ralenti et l'articulation plus pré-

cise. Les données du registre TEXT apportent des résultats opposés à ceux du registre MOTS :

- d'un côté, les tests t ont montré une différence non significative pour le registre MOTS et une différence significative à $p < 0,001$ pour le registre TEXT au niveau de F1 chez les femmes et les hommes ;
- d'un autre côté, nous constatons une variation importante parmi les résultats, qui pourrait être expliquée à travers les différences au niveau du nombre d'occurrences pour chaque voyelle.

Comme le registre TEXT contient de la parole fluide et peut se rapprocher davantage de la parole naturelle, les résultats sont plus convaincants dans ce cas que dans le cas des mots produits en contexte isolé. La parole fluide peut être considérée comme un meilleur moyen pour analyser les propriétés acoustiques des voyelles centrales. En conclusion, nous rejetons donc notre hypothèse et affirmons que [ë] et [ø] partagent des caractéristiques acoustiques similaires dans la parole. Notre affirmation sur les voyelles centrales nécessite toutefois plus d'investigation.

6.4 Les diphongues

Dans la littérature, les cibles acoustiques du début et de la fin des diphongues du luxembourgeois sont décrites brièvement, mais peu de descriptions sont apportées sur leur mouvement dynamique. Quant à la durée des diphongues, elle peut s'apparenter à celle des monophongues longues (Gilles & Trouvain, 2013). De plus, les diphongues [æi] et [æu] sont transcris par [æ:i] et [æ:u] pour marquer la différence de longueur avec [ai] et [au] (Goudaillier, 1981; Gilles & Trouvain, 2013). Une analyse de la durée permettrait de vérifier cette différence. Dans le souci d'apporter plus d'informations sur ces voyelles en luxembourgeois, nous proposons une analyse acoustique du mouvement dynamique des diphongues, qui a également pour but de répondre à la question : les diphongues du luxembourgeois sont-elles toutes descendantes ? Les diphongues permettent une division en deux catégories : la première englobe quatre diphongues qui contiennent le timbre d'une voyelle centrale soit au début pour [øi] et [øu], soit à la fin pour [iø] et [uø] de la réalisation ; la deuxième réunit quatre diphongues commençant par le timbre d'une voyelle ouverte antérieure [æi], [æu] et postérieure [ai], [au]. Les diphongues contenant un schwa peuvent être décrites par un effet miroir des cibles acoustiques, [iø] s'opposant à [øi], [uø] s'opposant à [øu]. D'après cette subdivision, nous pouvons formuler l'hypothèse qu'il existe des diphongues descendantes et montantes en luxembourgeois. Dans cette section, nous analysons 328 occurrences du registre MOTS et 1137 occurrences du registre TEXT. Les valeurs de F1 et F2 des diphongues ont été extraites à partir de sept points équidistants sur

un segment de diphongue à l'aide d'un script. Afin de vérifier l'hypothèse, nous allons observer le mouvement dynamique des diphongues. Pour ce faire, nous avons représenté les diphongues en fonction de cinq mesures, les premières et dernières mesures ayant été omises afin de limiter l'influence du contexte phonémique.

Le mouvement dynamique des diphongues peut être illustré sur le triangle vocalique. Les diphongues sont représentées en fonction de leur catégorie sur les triangles vocaliques avec les moyennes des monophongues dont le timbre correspond au début et à la fin de leur réalisation. Cette représentation permet une comparaison des cibles acoustiques des diphongues avec celles des monophongues du même registre de parole. En guise d'exemples, nous renvoyons le lecteur aux figures 6.12, 6.13, 6.14 et 6.15 qui illustrent le mouvement dynamique des diphongues du registre MOTS. Les quatre premières mesures sont représentées par un point sur la ligne traçant le mouvement dynamique, la cinquième mesure est représentée par une flèche indiquant la direction du mouvement.

Les diphongues [iə] et [uə] se caractérisent par une centralisation à la fin de leur réalisation. La cible finale est similaire pour ces deux voyelles, même si elles démarrent avec un timbre différent. En comparaison avec [iə] et [uə], le début de [əi] et [əu] est moins centralisé et le changement vocalique est plus court. Les cibles finales de [iə] et [uə] correspondent plus à celles de [ë] et [ɔ] que les cibles du début de [əi] et [əu]. De plus, le début de [iə] et [uə] correspond aux cibles des voyelles fermées antérieures, respectivement postérieures, tandis que les fins de [əi] et [əu] n'atteignent pas entièrement les cibles des monophongues.

Les débuts des diphongues commençant par une voyelle ouverte correspondent dans la plupart des cas aux cibles des monophongues [æ] et [ɑ]. Cette constatation est autant valable pour le registre MOTS que pour le registre TEXT. Les diphongues [əi] et [əu] se distinguent de [ai] et [au] par des valeurs plus élevées de F1 et F2. La diphongue [au] se démarque des autres à travers une centralisation à la fin de sa réalisation. Une variation du début des diphongues par rapport aux cibles des monophongues peut également être observée. Les débuts de [əi] et [əu] peuvent être plus proches ou plus éloignés de [æ] : par exemple, PF5 produit une moyenne de [æ] plus élevée que le début de [əi] ; de même, dans le registre MOTS, PN3 produit un début de [əu] proche de la moyenne de [æ], tandis que PN1 produit un début plus éloigné de [æ]. Le timbre final des quatre diphongues varie par contre plus selon les productions, certaines cibles étant plus proches de celles des monophongues que d'autres. Dans le registre MOTS, la fin des diphongues peut atteindre les cibles des voyelles fermées, tandis qu'elle a la plupart du temps un F1 plus bas dans le registre TEXT. Cette variation est donc due au registre de parole. Parmi ces quatre diphongues, nous notons que [əi] et [əu] sont produites avec une phase finale assez stable en fonction des productions, tandis que [ai] et [au] ont une phase finale qui varie beaucoup plus

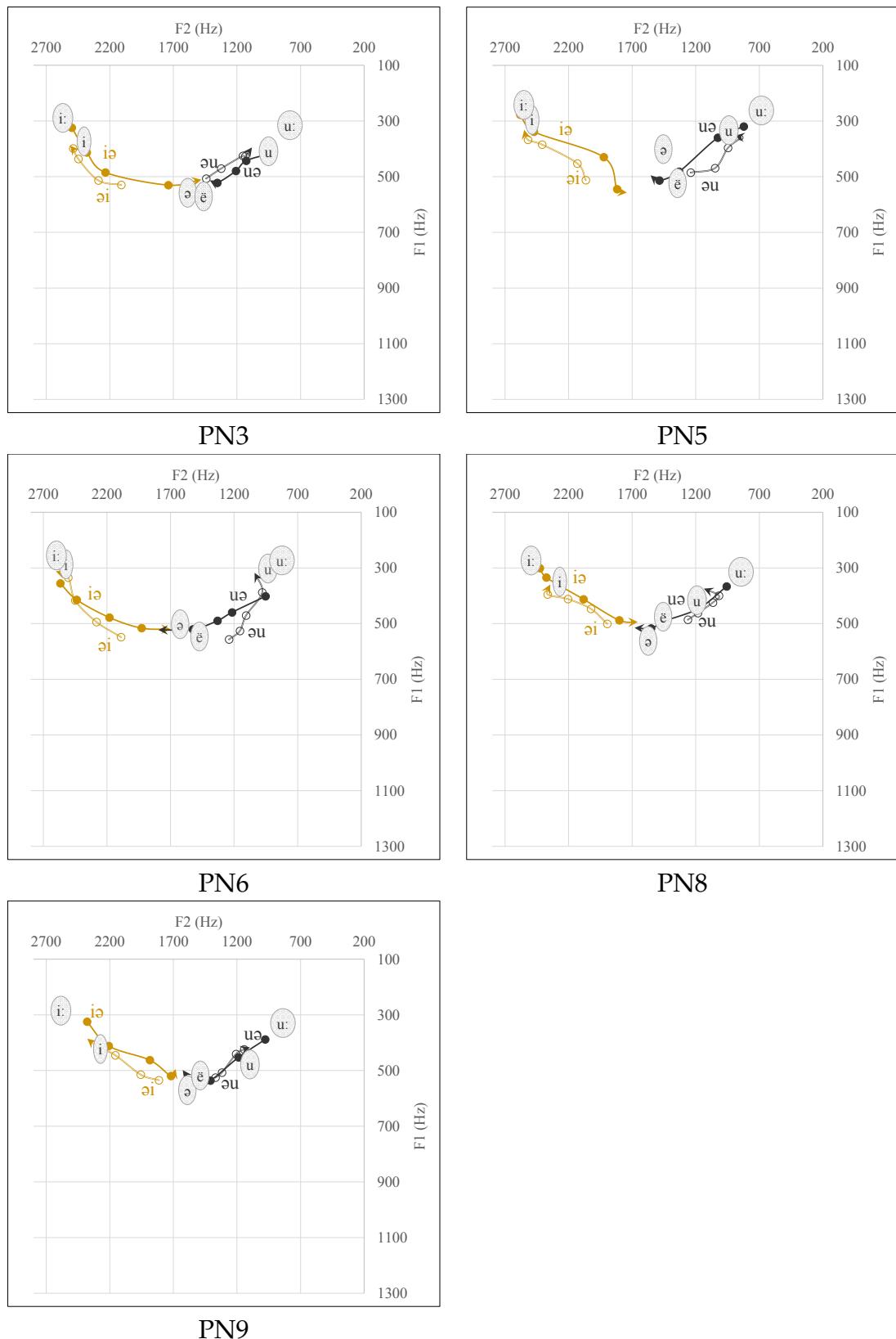


FIGURE 6.12 – Les mouvements dynamiques en fonction de F1 et F2 illustrés à partir de cinq mesures pour les diphongues [iə], [əi], [uə], [əu] produites par les femmes natives dans le registre MOTS. La cinquième mesure est représentée par une flèche indiquant la direction du mouvement.

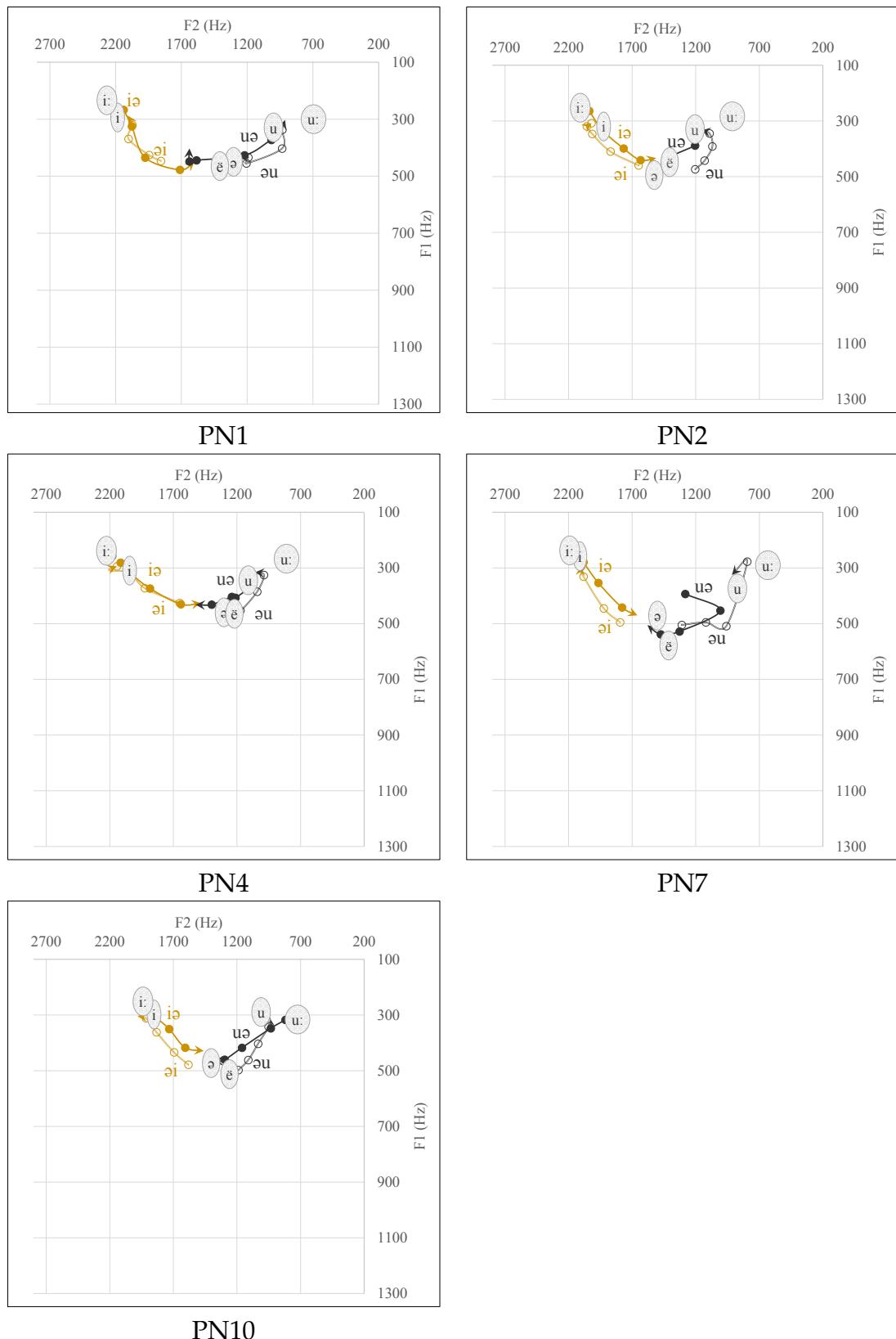


FIGURE 6.13 – Les mouvements dynamiques en fonction de F1 et F2 illustrés à partir de cinq mesures pour les diphthongues [iə], [əi], [uə], [əu] produites par les hommes natifs dans le registre MOTS. La cinquième mesure est représentée par une flèche indiquant la direction du mouvement.

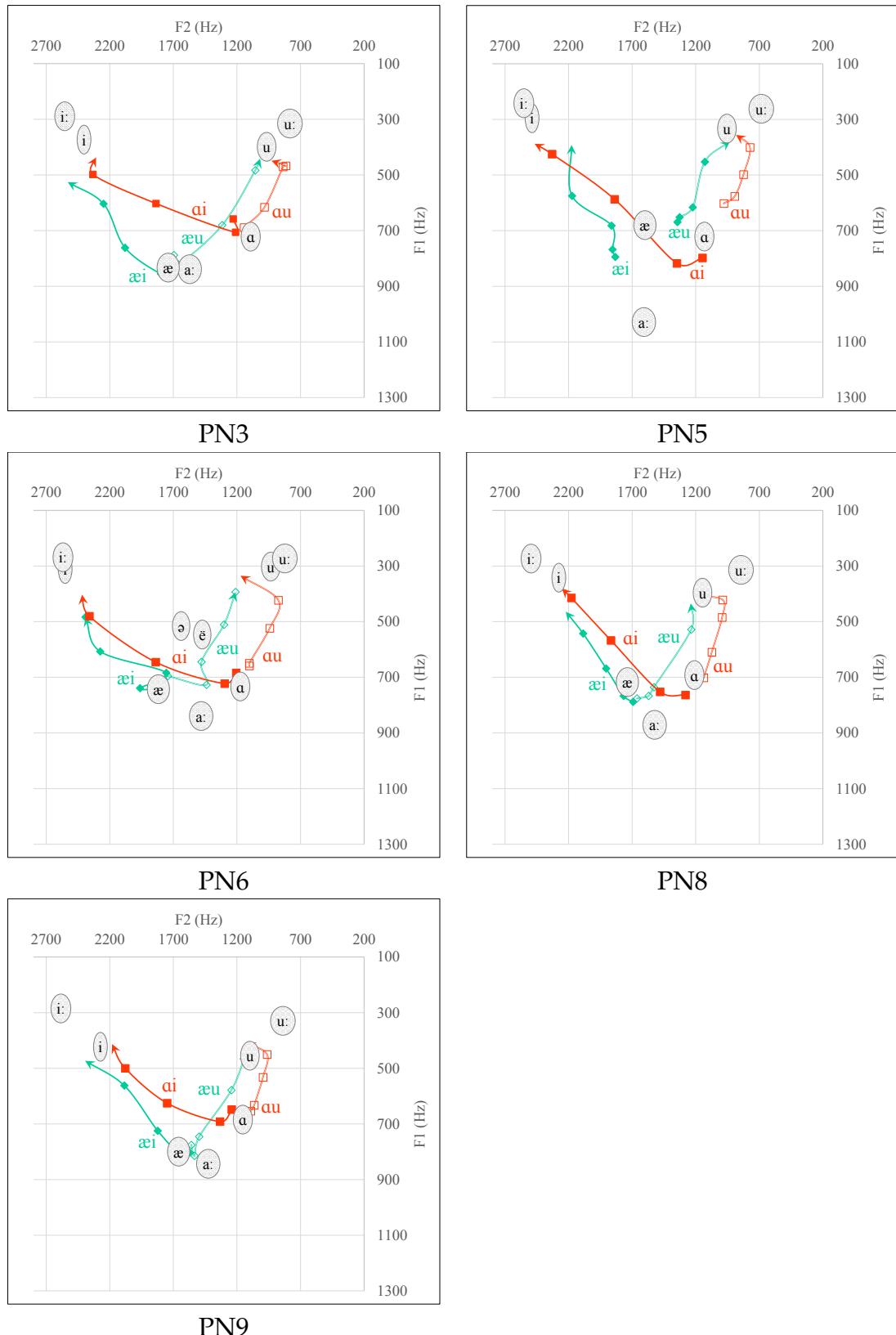


FIGURE 6.14 – Les mouvements dynamiques en fonction de F1 et F2 illustrés à partir de cinq mesures pour les diphongues [æi], [æu], [ai], [au] produites par les femmes natives dans le registre MOTS. La cinquième mesure est représentée par une flèche indiquant la direction du mouvement.

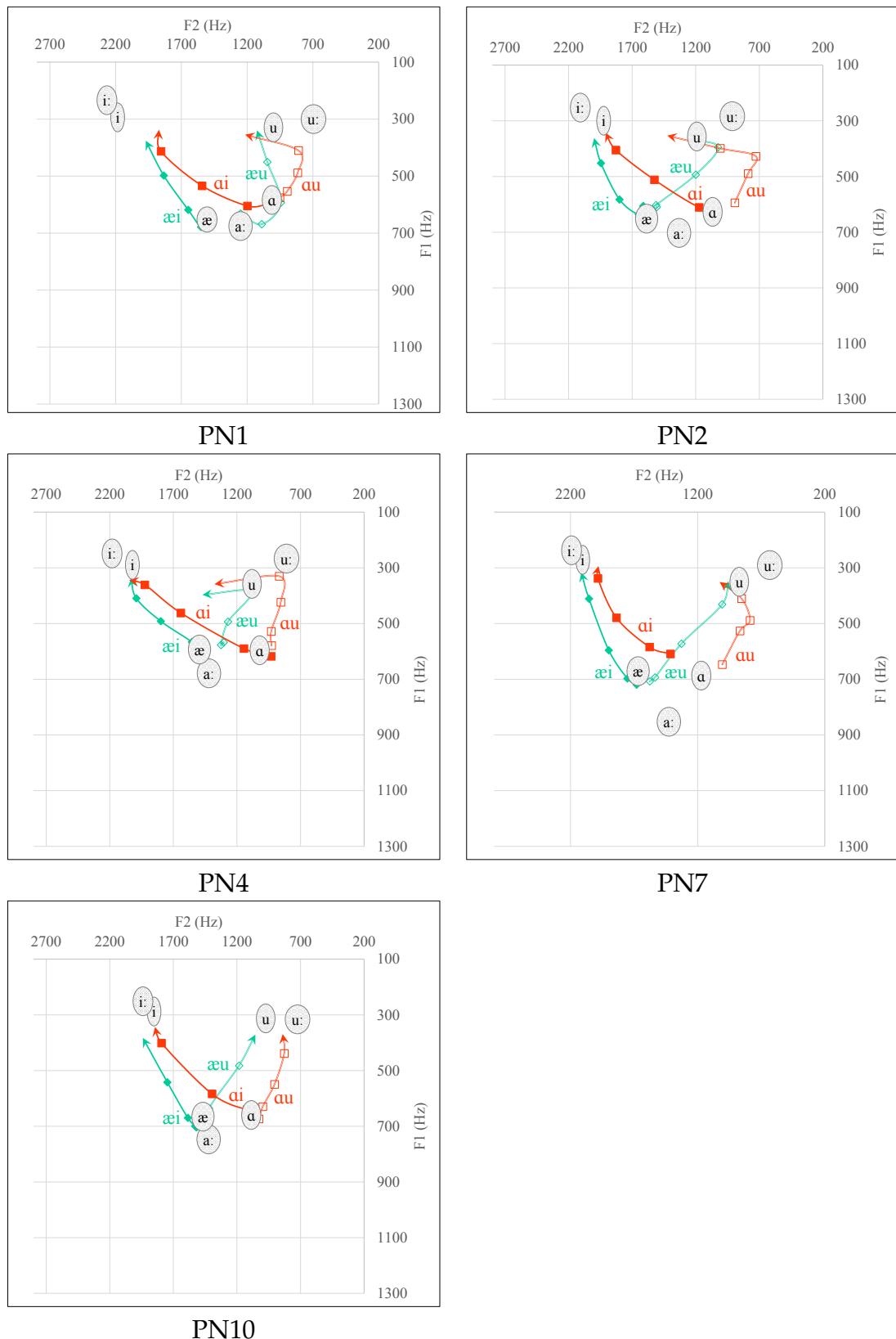


FIGURE 6.15 – Les mouvements dynamiques en fonction de F1 et F2 illustrés à partir de cinq mesures pour les diphthongues [æi], [æu], [ai], [au] produites par les hommes natifs dans le registre MOTS. La cinquième mesure est représentée par une flèche indiquant la direction du mouvement.

selon les locuteurs. Le timbre final de [au], en particulier, rejoint le timbre de la monophongue [u], qui, comme nous l'avons vu dans la section 6.1, a tendance à occuper une position assez centrale sur le triangle vocalique. Hormis le fait que les quatre diphongues se trouvent dans des contextes phonémiques différents, nous pouvons dire qu'il s'agit là d'une caractéristique notoire pour le luxembourgeois. Comme nous avons en plus exclu les premières et dernières mesures des diphongues, nous pouvons certifier que ces différences ne sont pas totalement influencées par le contexte.

Une observation comparative des deux catégories de diphongues permet de mieux réaliser ce qui les distingue. Ainsi, nous constatons que les deux dernières mesures de [iə] et [uə] sont très proches, suggérant une phase stable à la fin de leur réalisation. Cette phase stable se constate aussi pour [əi] et [əu]. À l'opposé, une proximité des mesures peut être observée pour [æi] et [æu] au début de la réalisation. Ce fait suggère une différence entre la nature des diphongues de cette catégorie et celle de [iə] et [uə]. Ces dernières ont en effet une phase stable au niveau du timbre [ə] en fin de réalisation, tandis que [æi] et [æu] ont leur phase stable sur le timbre [æ] et [a] au début de la réalisation. Ce phénomène s'observe dans certains cas aussi pour [ai] et [au], mais il est plus variable en fonction des locuteurs. De plus, la différence entre l'état stable de ces deux types de diphongues est renforcée par le registre, puisque les diphongues commençant par une voyelle ouverte maintiennent la plupart du temps leur état stable au début de leur production dans les registres MOTS et TEXT, tandis que l'état stable des diphongues [iə] et [uə] est moins renforcé dans le registre TEXT.

Parallèlement à l'analyse du timbre, nous pouvons relever des différences au niveau de la durée des diphongues. Dans le registre MOTS, les durées moyennes des diphongues sont, à première vue, relativement similaires. Nous retrouvons ainsi les durées moyennes (ms) suivantes pour les registres MOTS et TEXT :

Diphongue	MOTS	TEXT
iə	223	134
əi	212	141
uə	223	119
əu	192	123
æi	253	164
æu	259	151
ai	231	136
au	220	145

Les diphongues contenant un schwa ont en moyenne une durée moins élevée que les diphongues commençant par une voyelle ouverte. Au sein des deux catégories, des différences peuvent déjà être constatées. Les diphongues [iə] et [uə] sont généralement produites avec une durée plus élevée que [əi] et [əu]. Des tests t indiquent

une différence significative entre les durées moyennes de [iə] et [əu] ($p = 0,011$), entre [uə] et [əu] ($p = 0,018$) ainsi qu'entre [əi] et [əu] ($p = 0,025$) pour le registre MOTS. Les diphongues [æi] et [æu] se caractérisent en moyenne également par une durée légèrement plus élevée que [ai] et [au], ce qui se confirme par une différence significative entre [æi] et [au] ($p = 0,008$), entre [æu] et [ai] ($p = 0,039$), ainsi qu'entre [æu] et [au] ($p = 0,003$) pour le registre MOTS. Les valeurs détaillées obtenues pour les tests t sont illustrées sur les tableaux 10.17 et 10.18 dans le chapitre 10. Nous constatons que, dans le registre TEXT, les durées moyennes sont plus réduites, mais nous pouvons tout de même constater des caractéristiques similaires pour les diphongues. La réduction de la durée affecte plus [iə] et [uə] que [əi] et [əu]. Elle affecte également les diphongues commençant par une voyelle ouverte, notamment [æi] et [æu]. Celles-ci restent cependant les diphongues les plus longues. La différence est plus variable entre [ai] et [au].

Les tests t montrent des différences significatives entre les durées moyennes de [æi] et les diphongues contenant un schwa ainsi qu'entre [æu] et ces mêmes diphongues. Dans le registre TEXT, ces différences sont significatives à $p < 0,001$ entre les moyennes de [æi] et toutes les moyennes des diphongues contenant un schwa. La différence entre [ai] et [əu] ainsi qu'entre [ai] et [əu] est également significative. Les résultats des tests pour les registres MOTS et TEXT appuient clairement le fait que la diphongue [əu] est plus brève que les autres diphongues. Le tableau 6.7 montre en résumé la significativité des tests t comparant chaque diphongue de la première catégorie à chaque diphongue de la deuxième catégorie. Les valeurs des tests peuvent être consultées sur le tableau 10.19 dans le chapitre 10.

Significativité des tests t comparant les durées moyennes des diphongues								
Registres	MOTS				TEXT			
Voyelles	iə	əi	uə	əu	iə	əi	uə	əu
æi	*	***	ns	***	***	***	***	***
æu	*	***	*	***	*	ns	***	***
ai	ns	ns	ns	***	ns	ns	***	**
au	ns	ns	ns	**	ns	ns	***	***

Tableau 6.7 – La significativité des tests t comparant les durées moyennes des diphongues contenant un schwa et des diphongues commençant par une voyelle ouverte produites par les locuteurs natifs dans les registre MOTS et TEXT.

Dans l'ensemble, nous pouvons conclure que :

- les diphongues commençant par une voyelle ouverte sont plus longues que les diphongues contenant un schwa ;
- dans la première catégorie, [iə] et [uə] sont plus longues que [əi] et [əu] ;

- dans la deuxième catégorie, [æi] et [æu] sont plus longues que [ai] et [au].

Par ailleurs, les durées moyennes des diphongues contenant un schwa correspondent plus aux durées moyennes des monophongues longues. En comparant les durées moyennes des diphongues à celles des monophongues des registres MOTS et TEXT, nous constatons en effet que les durées moyennes des diphongues commençant par une voyelle ouverte dépassent largement les durées moyennes des monophongues longues. La figure 6.16 permet de mieux s'apercevoir de ces différences.

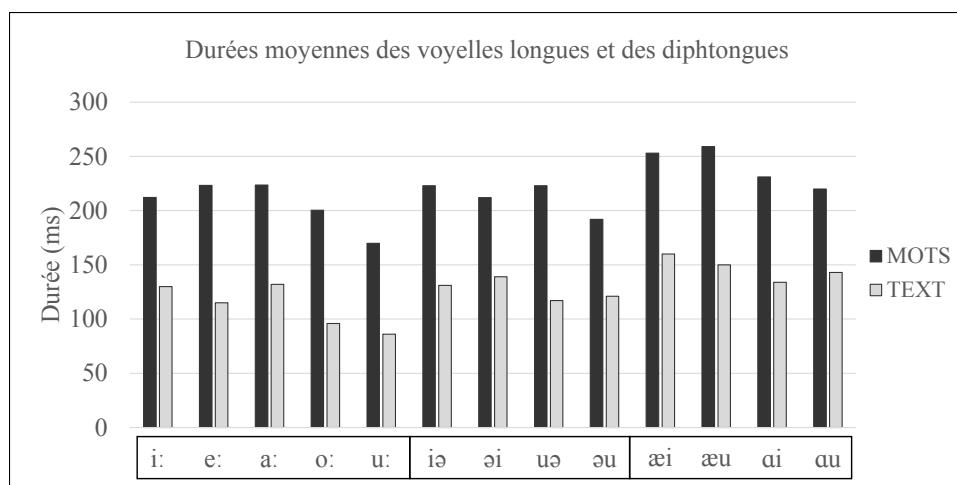


FIGURE 6.16 – Les durées moyennes des monophongues et des diphongues produites par les locuteurs natifs dans les registres MOTS et TEXT.

D'après nos résultats, nous pouvons conclure qu'il existe des productions différentes entre les diphongues contenant le timbre d'une voyelle centrale et celles commençant par le timbre d'une voyelle ouverte. Les analyses du mouvement dynamique laissent penser qu'il existe des phases stables pour les diphongues à deux endroits différents de leur production : une phase stable à la fin de la réalisation de [iə], [uə], [əi] et [əu], qui les qualifierait de diphongues montantes, et une phase stable au début de la réalisation de [æi], [əeu], [ai] et [au], qui les qualifierait de diphongues descendantes. En outre, nous pouvons établir un lien entre les diphongues du luxembourgeois et les diphongues de l'anglais /ɔɪ/ et /aɪ/, dont la phase stable se situe également au début de leur production, tandis que /eɪ/ et /əu/ ont une phase stable moins proéminente (Gay, 1968). Notre hypothèse peut donc être confirmée sur ce dernier point, mais elle devrait être appuyée par des analyses supplémentaires qui tiendraient compte d'autres facteurs, comme le contexte phonémique. Des analyses de la durée des différentes phases du mouvement dynamique, notamment la durée de la première phase et celle de la deuxième phase de la réalisation, pourraient également approfondir les descriptions acoustiques des diphongues.

Dans une perspective plus large, nous soutenons le fait que les diphongues du luxembourgeois méritent une analyse plus approfondie au niveau de leur mouvement dy-

namique. Ainsi, nous sommes convaincu·e·s qu'une étude articulatoire pourrait apporter des informations supplémentaires sur la nature de ce mouvement et sur les organes qui jouent le plus un rôle lors de leurs réalisations.

6.5 La voyelle antérieure semi-ouverte

Hormis ses réalisations dans les emprunts allemands (ex. *Dän* [dɛ:n] « Danois »), la voyelle [ɛ:] apparaît uniquement avant la consonne /b/ en luxembourgeois. Un rapprochement peut être fait entre ce phénomène et les réalisations de la voyelle semi-ouverte en allemand (Kohler, 1997) ainsi qu'en anglais américain (Watson & Harrington, 1999), où la diphthongaison se manifeste à travers une vocalisation de la consonne en [ə]. Comme nous l'avons souligné dans le chapitre 4, la diphthongaison intervient lorsque le timbre d'une monophthongue adopte les caractéristiques d'une diphthongue. L'analyse vise à répondre à la question : quel effet le /b/ produit-il sur [ɛ:] lorsque celle-ci le précède (ex. *Päerd* [pɛ:bət] « cheval ») ? Le but est de vérifier l'hypothèse selon laquelle la voyelle [ɛ:] se diphthonguise avant /b/ en luxembourgeois. L'analyse porte sur 50 occurrences de [ɛ:] produites dans les phrases à trous du corpus Lëtz-Co, soit cinq occurrences par locuteur. Comme pour les diphthongues, les valeurs de F1 et F2 ont été extraites à l'aide d'un script à sept points équidistants sur un segment de voyelle. L'analyse de la voyelle nécessite l'observation du mouvement dynamique en fonction de F1 et F2. Le mouvement dynamique a été représenté en fonction de cinq mesures, la première et la dernière mesure ayant été omises afin d'éviter l'influence du contexte consonantique. L'analyse de la durée inclut l'ensemble de la longueur du segment.

Afin de déterminer une diphthongaison de [ɛ:] avant /b/, nous observons le mouvement dynamique de la voyelle en fonction de F1 et F2. Celui-ci est représenté sur les triangles vocaliques de chaque locuteur avec les moyennes des autres monophthongues du registre TEXT (cf. figures 6.17 et 6.18). Le mouvement formantique de [ɛ:] en fonction de cinq mesures, dont la dernière est représentée par une flèche indiquant la direction du mouvement, suggère un aspect dynamique de la voyelle. Celle-ci démarre autour de la voyelle [e], puis descend vers [æ] et remonte vers le centre du triangle. Les valeurs à la fin du mouvement dynamique sont semblables à celles du schwa. Ce mouvement dynamique suggère une diphthongaison de la voyelle.

En comparant les réalisations des différents locuteurs, nous constatons que la direction du mouvement varie en fonction des productions. Le changement du timbre de la voyelle se traduit visuellement par un demi-cercle sur le triangle vocalique, cristallisé d'abord à travers l'élévation de F1, puis à travers une centralisation en raison d'une baisse de F2. Ce fait peut être observé pour la plupart des locuteurs. Chez cer-

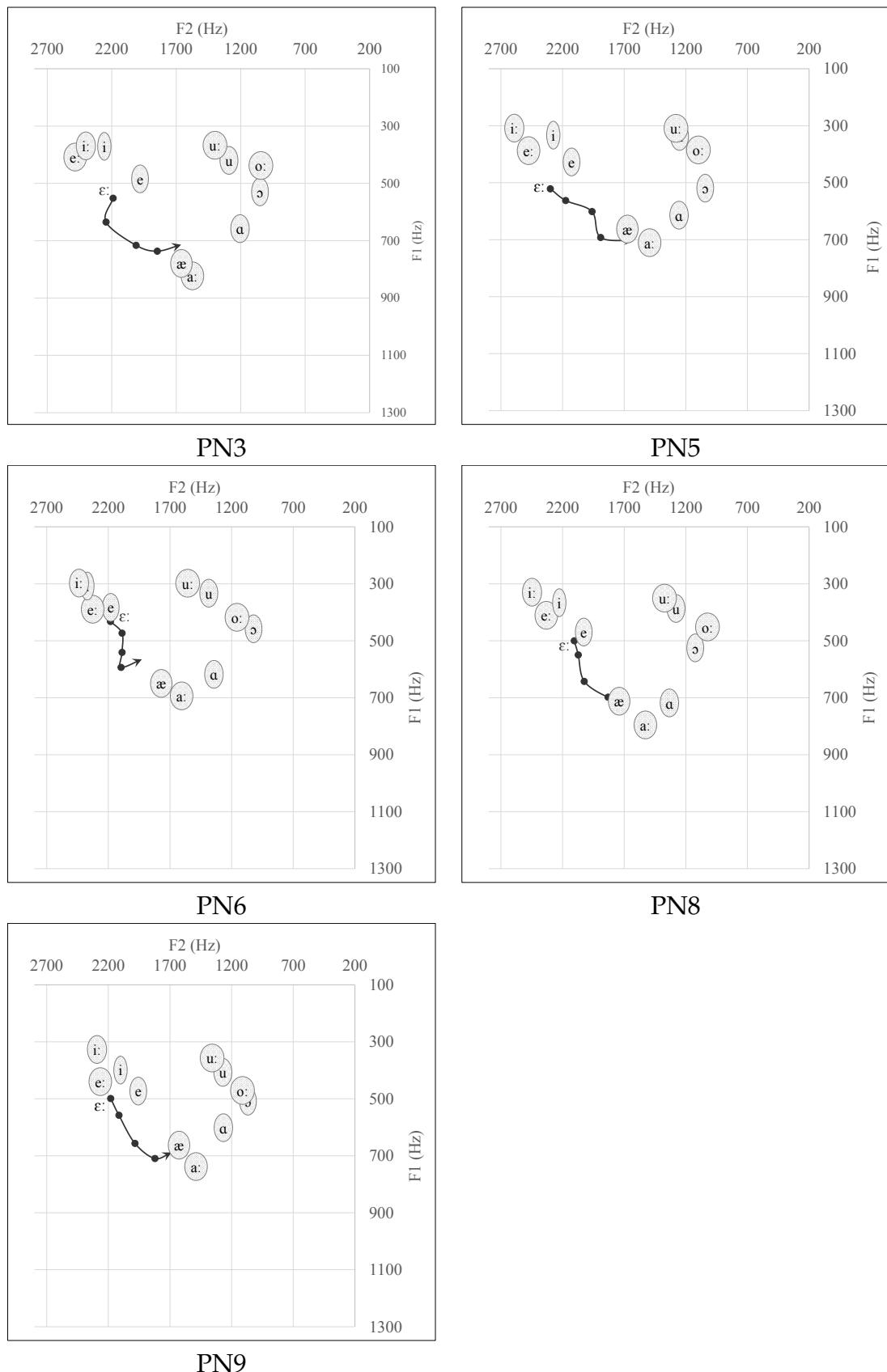


FIGURE 6.17 – Le mouvement dynamique en fonction de F1 et F2 illustré à partir de cinq mesures pour [ɛ:] produite par les femmes natives dans les phrases à trous. La cinquième mesure est représentée par une flèche indiquant la direction du mouvement.

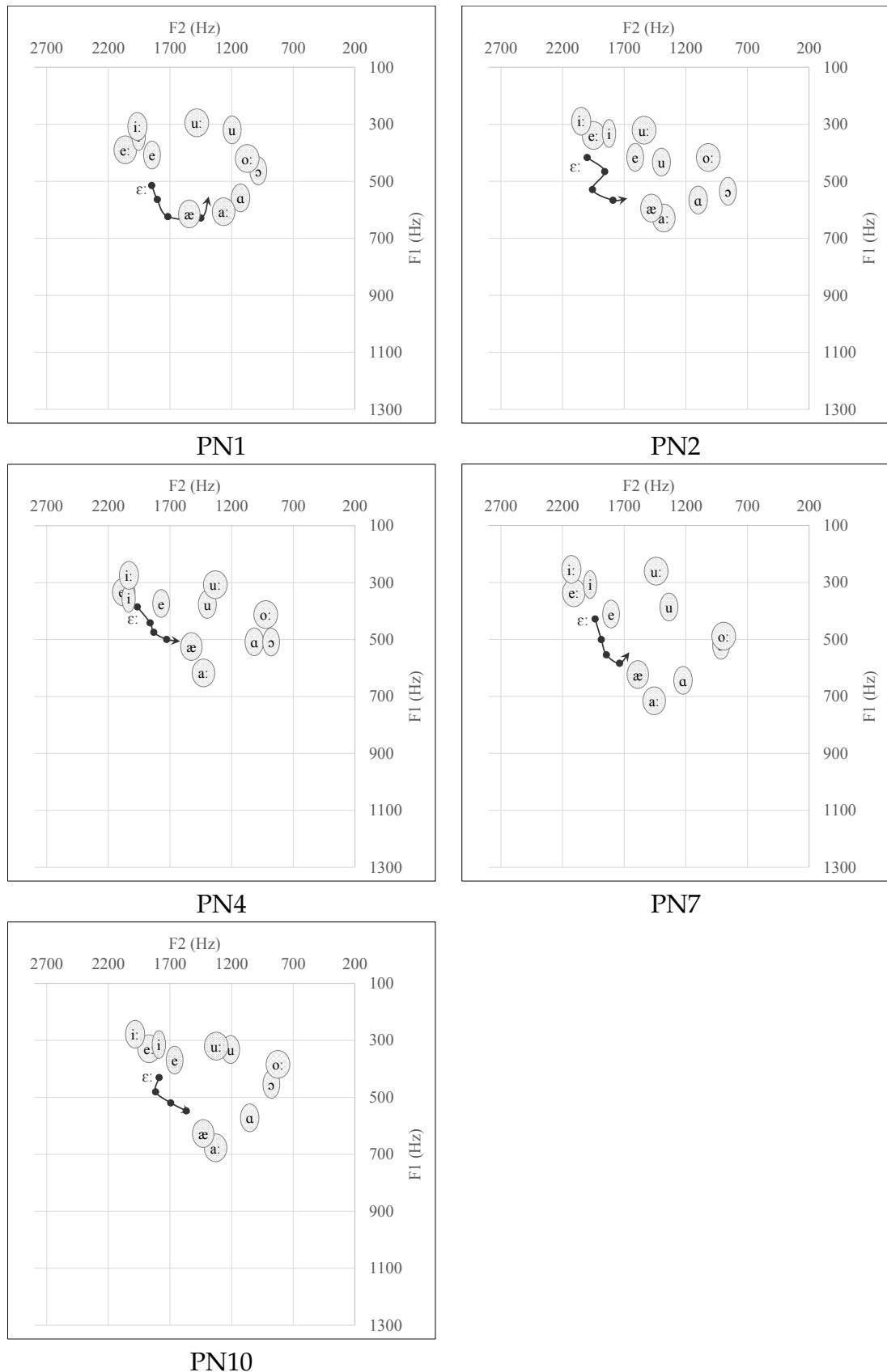


FIGURE 6.18 – Le mouvement dynamique en fonction de F1 et F2 illustré à partir de cinq mesures pour [ε:] produite par les hommes natifs dans les phrases à trous. La cinquième mesure est représentée par une flèche indiquant la direction du mouvement.

tains locuteurs, le changement du timbre s'étend d'une manière plus importante sur le triangle vocalique, comme par exemple chez PN3, PN8, PN9 et PN1, tandis qu'il est moins important chez d'autres locuteurs, comme chez PN6 et PN10. Cette différence suggère que la voyelle [ɛ] est diptonguée d'une manière plus importante par certains locuteurs que par d'autres et que la diptongaison n'est pas forcément systématique pour toutes les productions.

Pour mieux rendre compte du mouvement dynamique de [ɛ:], nous avons comparé les réalisations de [ɛ:] et [a:] dans les mots *Päerd* [pɛ:t] « cheval », *Wäert* [vɛ:t] « valeur » et *Gaart* [ga:t] « jardin », où les voyelles sont suivies par le contexte /t/. La figure 6.19 montre un mouvement dynamique plus important et plus variable pour [ɛ:], caractérisé par une valeur de F1 nettement plus élevée au milieu et par une légère centralisation vers la fin de la réalisation, tandis que [a:] se définit par une montée de F1 et un léger abaissement de F2. Nous pouvons donc dire qu'il y a une différence au niveau de la réalisation de ces deux voyelles. Cependant, nous soulignons le fait que [ɛ:] a été réalisée d'une manière spontanée, c'est-à-dire dans des mots que les participants ont produits à l'aide d'une image, tandis que [a:] a été réalisée dans un mot disponible visuellement pour les participants. Nous ne pensons cependant pas que cette différence affecte fortement les résultats, une diphtongaison de [a:] n'étant pas attendue en luxembourgeois. Toutefois, pour confirmer la différence entre [ɛ:] et [a:], il serait nécessaire de placer ces deux voyelles dans un même contexte de production, en envisageant également la comparaison avec d'autres monophthongues avant /s/, comme par exemple [i:] dans *mir* [mi:s] « nous », où une diphtongaison serait attendue.

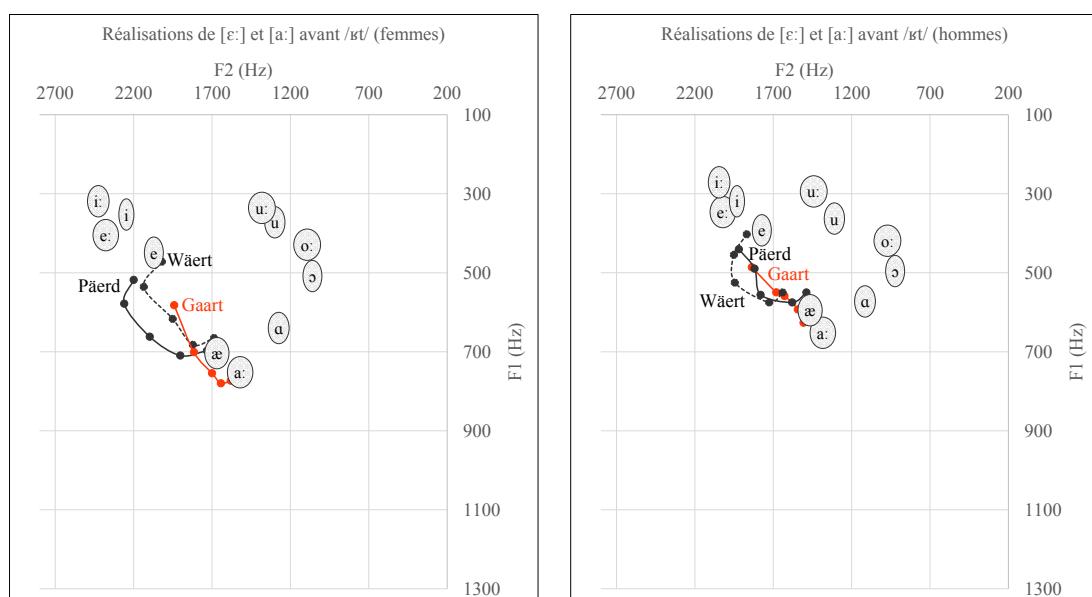


FIGURE 6.19 – La production de [ɛ:] dans les mots *Päerd* « cheval » et *Wäert* « valeur » et de [a:] dans le mot *Gaart* « jardin » par les locuteurs natifs dans les phrases à trous.

Nous terminons notre analyse par une comparaison entre la durée de [ɛ:] et celle des autres voyelles. Pour cela, nous prenons les valeurs de référence des voyelles longues et des diphongues produites dans le registre TEXT. En moyenne, nous obtenons une durée de 176 ms pour cette voyelle dans les phrases à trous. Globalement, [ɛ:] est plus longue que les voyelles longues. Des tests t indiquent des différences significatives à $p < 0,001$ entre les durées moyennes de [ɛ:] et celle de chaque voyelle longue. Les valeurs sont plus proches de celles des diphongues, notamment de [æi]. Les tests statistiques montrent en effet une différence significative entre les moyennes de [ɛ:] et celle de chaque diphongue, sauf entre [ɛ:] et [æi], où la différence n'est pas significative ($p = 0,088$). Les détails des résultats se trouvent sur le tableau 10.20 dans le chapitre 10. Nous suggérons également de refaire les tests avec des données dans un contexte plus similaire, en tenant compte par exemple de la position syllabique de la voyelle : en effet, il se peut que les résultats aient été influencés par le fait que la voyelle semi-ouverte se trouve en position syllabique accentuée, alors que les autres voyelles se trouvent dans des positions variées, ce qui peut réduire la durée et donc indiquer une différence par rapport à la voyelle accentuée. Des analyses supplémentaires permettraient de clarifier ce fait.

La voyelle [ɛ:] peut-elle être considérée comme une diphongue ? Dans l'ensemble, nous pouvons confirmer notre hypothèse selon laquelle la voyelle [ɛ:] est une monophongue diphonguée, puisque nous constatons un mouvement dynamique lors de sa réalisation. Le changement du timbre de la voyelle ressemble à celui de [əi] et [œu], dont le changement est moins important que celui des autres diphongues. La durée permet de confirmer que [ɛ:] se rapproche d'une diphongue. Nous n'allons pas plus loin en parlant de diphongue pour caractériser cette voyelle, puisque nous n'avons pas investigué des occurrences dans des contextes assez variés. En effet, nous n'excluons pas le fait qu'il peut y avoir une différence acoustique entre les productions de [ɛ:] dans les mots syllabiques et dissyllabiques. Notre analyse a en effet porté sur quatre monosyllabes et une dissyllabe, où la voyelle était suivie soit d'un /b/ (*Kär* « noyau », *Stären* « étoiles »), soit d'un /v/ et d'un /t/ (*Päerd* « cheval », *Wäert* « valeur »), respectivement d'un /ts/ (*Häerz* « cœur »). De plus, il serait intéressant de constater à quel moment de sa réalisation la voyelle change de timbre et de voir en même temps si la voyelle a une phase stable et, si tel est le cas, à quelle phase de sa réalisation. Une analyse d'un plus grand nombre de données pourrait apporter plus d'informations sur ces questions.

D'une manière plus générale, nous pouvons nous interroger sur la nature phonologique de la voyelle [ɛ:]. Gilles & Trouvain (2013) catégorisent cette voyelle en tant qu'allophe du phonème /e:/. Pour avoir plus d'informations sur la fonction de cette voyelle, il faudrait une analyse comparative avec d'autres voyelles longues contrastives. La voyelle [ɛ:] contraste en effet dans des paires minimales, notamment avec

la voyelle [a:] (ex. *Päerd* [pe:ət] « cheval » - *Paart* [pa:ət] « portail »). Plus loin, l'étude peut être poussée à une analyse acoustique du cas de [i:] diphtonguée en [iə] ou [iə] lorsque la voyelle se trouve devant /v/ (ex. *mir* [mi:v] « nous »). En guise d'extension des descriptions phonétiques sur les voyelles, une analyse des parlers régionaux utilisant [ɛ:] comme variante phonétique, par exemple dans le sud du Grand-Duché de Luxembourg, pourrait aider à mieux comprendre le système vocalique et à établir plus de points communs parmi les productions vocaliques des variétés du luxembourgeois.

6.6 Le résumé et la discussion des analyses

Dans ce chapitre, nous avons analysé les propriétés acoustiques des voyelles du luxembourgeois dans la parole native. L'objectif était d'étendre leurs descriptions phonétiques en analysant le degré d'opposition au niveau du timbre et de la durée dans la production. Cet objectif a été fixé pour les catégories de voyelles suivantes :

1. les voyelles longues et brèves,
2. les voyelles ouvertes,
3. les voyelles centrales,
4. les diphtongues,
5. la voyelle antérieure semi-ouverte.

Les trois premières analyses ont porté sur les monophtongues périphériques et centrales de l'inventaire vocalique, hormis [ɛ:], dont les productions ont été analysées dans la cinquième section. Nous rappelons que les voyelles périphériques renvoient aux voyelles possédant des valeurs acoustiques extrêmes généralement situées aux frontières du triangle vocalique, alors que les voyelles centrales ont un timbre plutôt neutre qui les situe au centre du triangle vocalique. Les diphtongues ont été analysées dans la quatrième section. Les analyses des diphtongues et de la voyelle antérieure semi-ouverte s'opposent à celles des monophtongues périphériques et centrales dans la mesure où elles ont investigué le mouvement dynamique des voyelles, alors que les trois premières ont porté sur des valeurs statiques en raison de l'extraction des données à partir d'une mesure par occurrence. Pour retrouver les valeurs moyennes de F1, F2, F3 et la durée des voyelles périphériques et centrales, nous renvoyons le lecteur aux tableaux 10.1, 10.2 et 10.3 dans le chapitre 10. Nous avons décrit les voyelles produites dans deux registres de parole : des mots en contexte isolé (MOTS) et des textes (TEXT) lus. Ces analyses ont permis d'étudier les voyelles dans différents contextes phonémiques ainsi que dans différents types de production, afin d'obtenir des valeurs

de référence pour le luxembourgeois. En outre, elles permettent d'étendre les descriptions phonétiques sur le luxembourgeois et de soulever de nouvelles problématiques quant à l'inventaire vocalique de la langue.

La première analyse a montré que la durée est le marqueur principal pour différencier entre les voyelles longues et brèves des paires [i:]-[i], [e:]-[e], [a:]-[a], [o:]-[ɔ] et [u:]-[u] en production. Ce résultat est valable pour les données des deux registres de parole, sauf pour [u:]-[u]. L'opposition acoustique entre les voyelles longues et brèves contrastives au niveau de la durée est alors semblable à celle de l'allemand, notamment de l'allemand standard du nord et de l'allemand standard autrichien (Piroth *et al.*, 2015). Les résultats suggèrent que les voyelles antérieures s'opposent à travers F2 et F3, tandis que les voyelles postérieures s'opposent plutôt à travers F1. L'analyse montre également que [u:] et [u] sont sujettes à une forte centralisation, ce qui les démarque des autres voyelles. En comparaison avec des variétés de l'allemand, nous retrouvons des caractéristiques similaires au niveau du timbre de [u]. L'étude de Piroth *et al.* (2015) montre que la voyelle [u] est centralisée en allemand standard du nord et en allemand standard autrichien. La centralisation de [u:] et [u] ainsi que le rôle de F3 pour les voyelles fermées et semi-fermées sont également mis en évidence sur les schémas 6.20 et 6.21, qui illustrent les moyennes de F1, F2 et F3 des voyelles périphériques pour les femmes et les hommes qui ont participé à notre étude. Ces figures font partie d'une première représentation schématique des monophthongues périphériques du luxembourgeois en fonction des trois premiers formants et peuvent servir de référence pour les registres de parole analysés.

La deuxième analyse a permis d'observer le timbre des voyelles ouvertes et de confirmer les résultats obtenus par Gilles (1999), selon qui la proximité acoustique entre [a:] et [æ] s'effectue parallèlement à l'écart acoustique entre [a:] et [ɑ]. En faisant référence à l'étude de Piroth *et al.* (2015), nous constatons que les voyelles [a:] et [ɑ] sont acoustiquement moins éloignées en allemand que les voyelles [a:] et [ɑ] en luxembourgeois. Cette comparaison renforce nos résultats quant à l'opposition entre ces deux voyelles au niveau du timbre. Cette caractéristique peut également être observée sur les schémas des figures 6.20 et 6.21. Malgré la proximité acoustique de [a:] et [æ], la voyelle [æ] semble avoir des caractéristiques suffisamment éloignées pour s'opposer à [a:]. Des tests de perception portant sur l'opposition entre [a:] et [æ] au niveau du timbre permettraient de vérifier l'écart acoustique nécessaire pour une discrimination perceptive entre ces deux voyelles.

Dans le souci de mieux comprendre la nature des voyelles centrales, une troisième analyse a été faite pour déterminer si la voyelle tonique [ë] s'oppose à la voyelle atone [ə] au niveau du timbre et de la durée. La présence de l'accent syllabique sur la voyelle [ë] laissait supposer que celle-ci se distingue acoustiquement de [ə] au niveau du timbre et de la durée, mais les résultats n'ont montré que peu de différences

entre ces deux voyelles dans la parole fluide. L'accent ne joue dans ce cas pas de rôle significatif entre ces deux voyelles, mais des analyses sur un nombre plus important de données, notamment de [ë], devraient être envisagées.

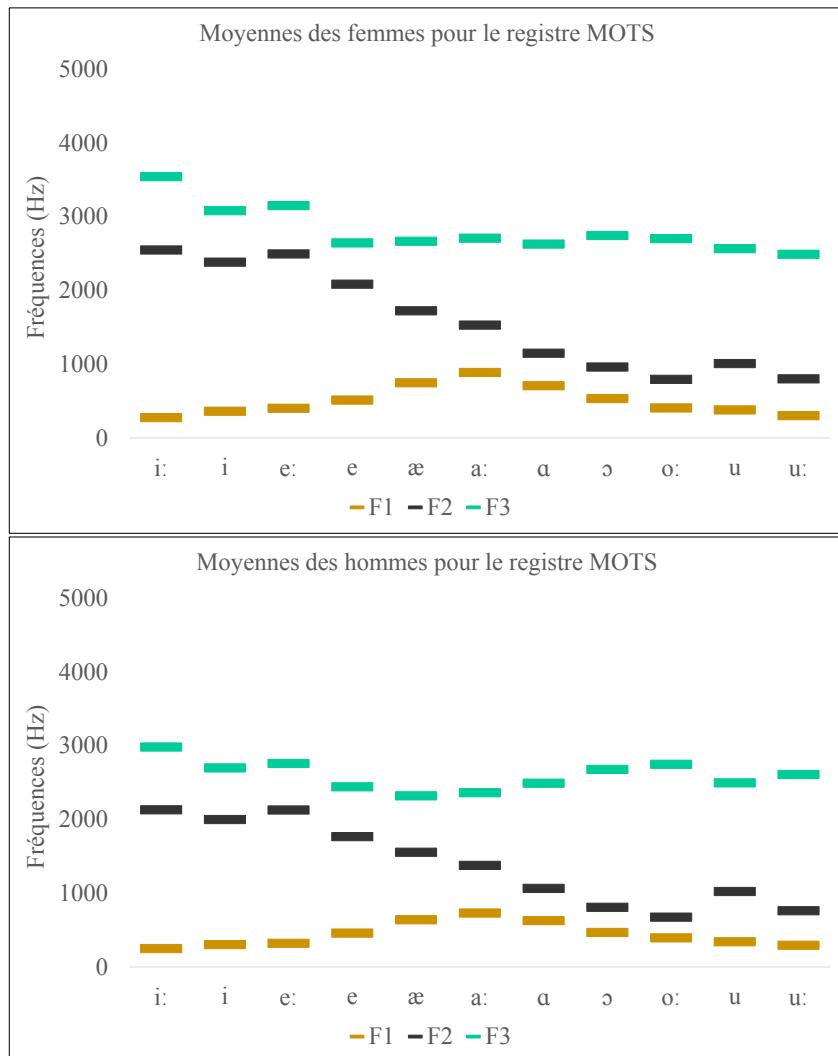


FIGURE 6.20 – Les moyennes de F1, F2 et F3 des monophthongues périphériques (registre MOTS) du luxembourgeois pour les femmes et les hommes natifs.

La quatrième section avait pour objet d'étude le mouvement dynamique des diphthongues. Cette analyse a montré que les diphthongues contenant le timbre d'une voyelle centrale [iø], [øi], [uø] et [øu] s'opposent aux diphthongues commençant par une voyelle ouverte [æi], [æu], [ai] et [au] à travers leur position stable lors de leur réalisation ainsi que par une durée plus réduite, ce qui remet en cause l'utilisation de la notion de diphthongues descendantes pour les huit diphthongues du luxembourgeois. À travers nos résultats, il nous est possible de décrire certaines caractéristiques des diphthongues que le schéma de Gilles & Trouvain (2013), présenté dans le chapitre 4, à lui seul ne permet pas de montrer. La plupart des caractéristiques peuvent cependant être retrouvées sur ce schéma. En comparant ce schéma aux diphthongues illustrées à travers leurs mouvements dynamiques en fonction de F1 et F2 sous forme de moyennes

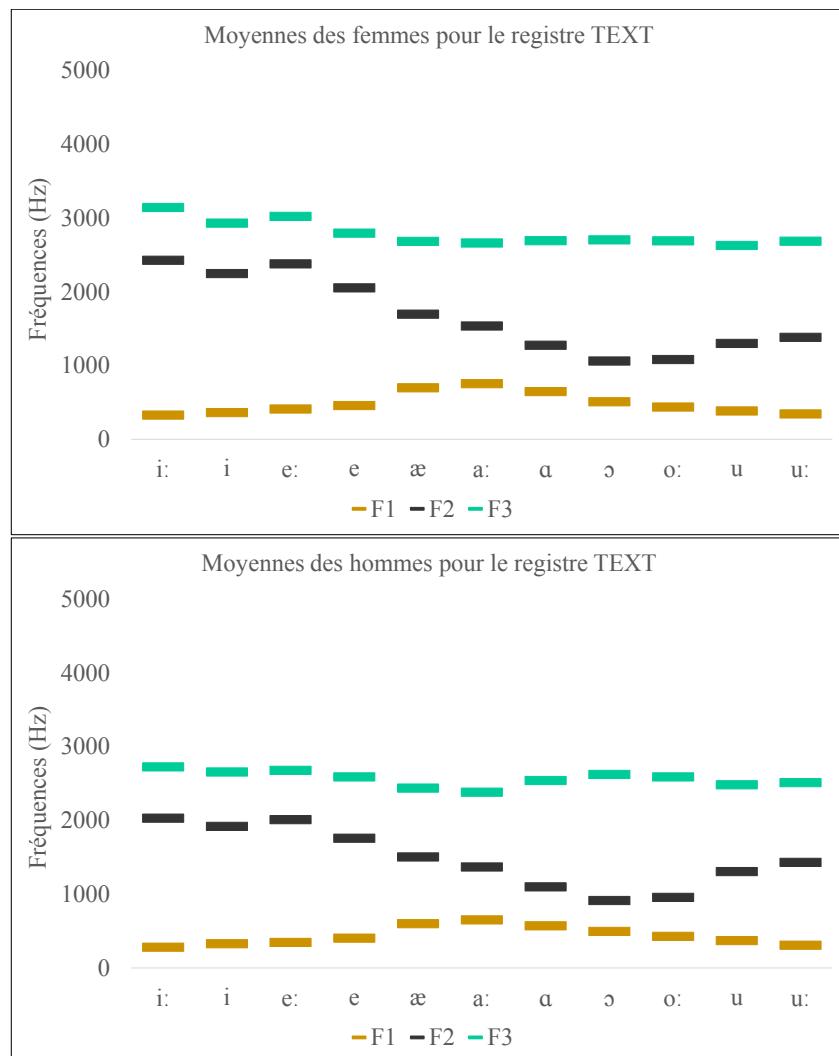


FIGURE 6.21 – Les moyennes de F1, F2 et F3 des monophthongues périphériques (registre TEXT) du luxembourgeois pour les femmes et les hommes natifs.

pour les femmes et les hommes (cf. figure 6.22), nous constatons par exemple que les timbres finaux en [i] et [u] correspondent à la représentation abstraite des diphongues. Par contre, les diphongues terminant avec le timbre d'un [u], telles que [œu] et [œu], ont tendance à se centraliser vers la fin de leur réalisation dans la parole, fait que nous n'observons pas sur le schéma. Les diphongues varient surtout au niveau de F1 selon le registre de parole, en particulier les diphongues commençant par le timbre d'une voyelle ouverte. Nous constatons également des différences entre les femmes et les hommes, notamment au niveau de l'étendue de l'espace acoustique occupé par les diphongues : ainsi, les femmes ont un espace acoustique plus large que les hommes dans le registre MOTS ; par contre, dans le registre TEXT, l'espace acoustique des femmes se réduit plus au point d'atteindre une taille presque équivalente à celui de hommes. Cette différence au niveau du registre de parole peut être due à l'articulation des diphongues, plus rapide dans la parole fluide. Toutes ces observations pourraient être approfondies à travers une étude articulatoire analysant le mouvement des organes du conduit vocal, notamment de la langue, lors de la réalisation des diphongues.

Finalement, la cinquième analyse a montré que la voyelle semi-ouverte [ɛ:] avant /b/ se diphonguise en raison d'une vocalisation de la consonne. Ce changement de timbre pourrait se transcrire phonétiquement par [ɛ:ə], tel que Kohler (1997) le propose pour l'allemand, ou par [ɛə], suggéré par Watson & Harrington (1999) pour l'anglais. Ces deux propositions demandent une analyse plus approfondie de la voyelle, notamment de la durée des différentes phases du mouvement dynamique. Personnellement, nous pencherions pour la transcription [ɛə] en cas de diphongaison, car le mouvement du timbre vers [ə] est constitué d'une fusion de la longueur de la voyelle et de la vocalisation du /b/. La durée serait alors intrinsèque à la voyelle et ne nécessiterait pas une indication symbolique supplémentaire. Nos analyses ont montré que la voyelle [ɛ:] se caractérise par une durée semblable à celle des diphongues au sein du même registre de parole, mais nos données ne sont pas suffisantes pour placer cette voyelle dans la catégorie des diphongues. En outre, il se peut que la voyelle se comporte différemment lorsqu'elle est produite dans une monosyllabe, où la consonne tend à se vocaliser, et une dissyllabe, où elle aurait plutôt tendance à être produite avec les caractéristiques d'une monophthongue.

Nous avons pu rendre compte de la variabilité du luxembourgeois dans deux registres de parole différents. Notre analyse a permis de mettre en avant certaines lacunes au niveau de la fréquence de nos données, surtout dans le registre TEXT : ainsi, nous devons constater que certaines voyelles sont moins représentées en nombre d'occurrences que d'autres. Les résultats des analyses se basent uniquement sur les données dont nous disposons, mais nous n'excluons pas une amélioration de ces résultats grâce à un recueil plus important de données, qui pourraient enrichir notre corpus

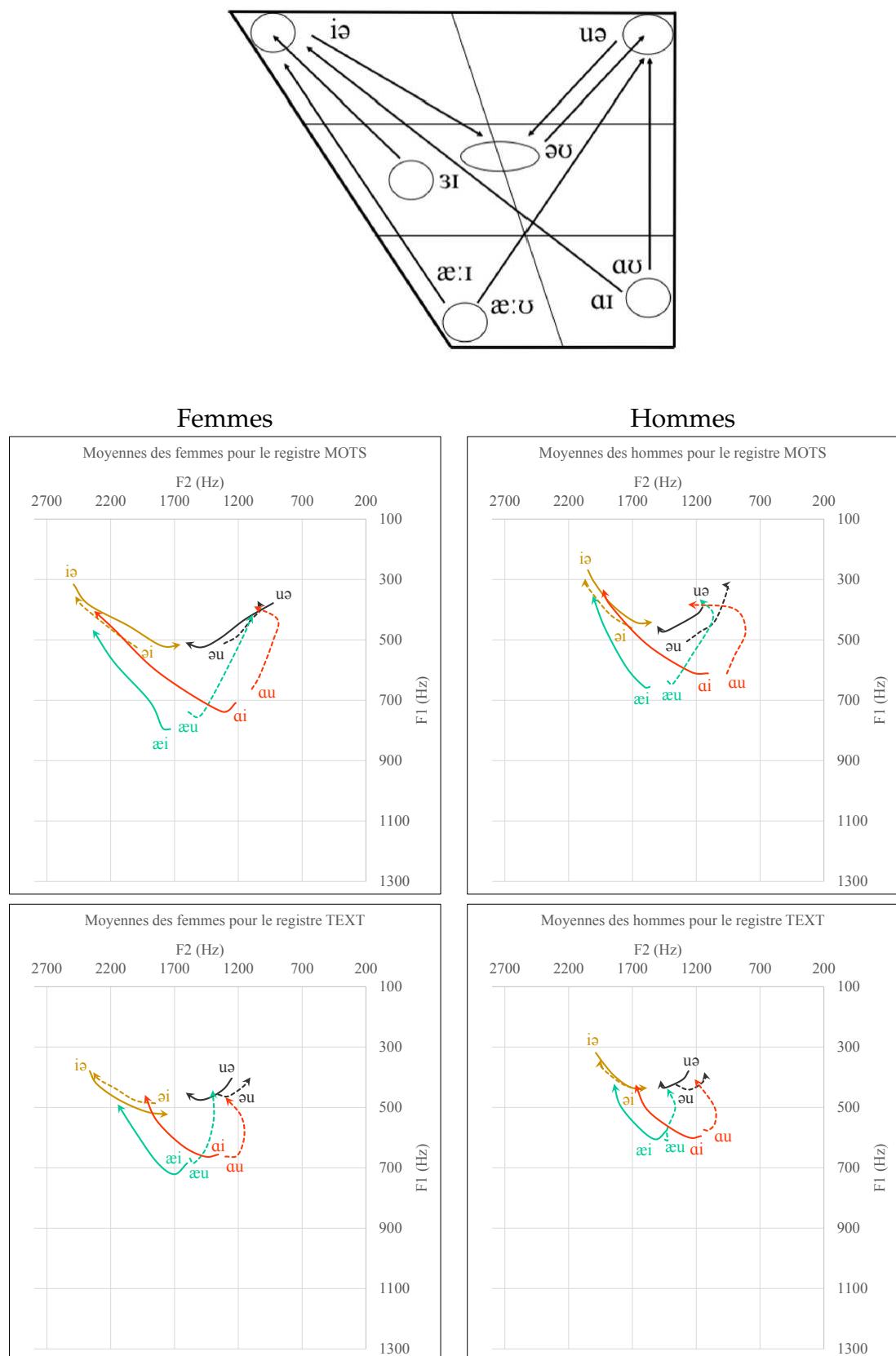


FIGURE 6.22 – Le schéma phonologique des diphthongues d'après Gilles & Trouvain (2013) ainsi que les moyennes des diphthongues produites dans les registres MOTS et TEXT par les femmes et les hommes natifs.

et nos résultats. Toutefois, les données dont nous disposons ont permis de répondre à nos hypothèses et présenter une analyse complète et prévue des voyelles. Dans la continuité de notre travail empirique, les valeurs de référence peuvent servir de base pour l'analyse des productions non natives, présentée dans le chapitre suivant.

Chapitre 7

Les productions des voyelles dans la parole non native

Dans ce chapitre, nous présentons les analyses des voyelles du luxembourgeois dans la parole non native. L'objectif est de mettre en évidence les difficultés de locuteurs francophones à reproduire les traits des voyelles du luxembourgeois. Dans un premier temps, nous notons les erreurs de prononciation dans le corpus, pour souligner les difficultés majeures, puis, nous décrivons les productions en analysant les propriétés acoustiques des voyelles de trois catégories :

1. les voyelles longues et brèves,
2. les voyelles ouvertes et
3. les diphongues commençant par le timbre d'une voyelle ouverte.

Il s'agit, en effet, de trois catégories de voyelles qui se caractérisent par des traits qui n'existent pas en français : l'opposition à travers la longueur, le timbre de trois voyelles ouvertes différentes et le changement de la qualité vocalique, caractéristique des diphongues. Nous investiguons les valeurs de la durée pour la première catégorie de voyelles, les valeurs de F1, F2 et F3 pour les voyelles ouvertes, comparées aux productions des voyelles [ɛ] et [a] du français, et le mouvement dynamique en fonction de F1 et F2 pour les diphongues. L'analyse porte sur les occurrences du luxembourgeois produites dans les parties LECTURE (LE) et AUDIO-RÉPÉTITION (AR) ainsi que des occurrences du français dans la partie FRAN (Français) par dix apprenants francophones, six femmes et quatre hommes, en niveau B1/B2 de luxembourgeois. L'analyse comparative est effectuée en opposant les parties LE et AR, afin d'observer l'influence de la perception, les productions natives et non natives, pour mettre en évidence les différences entre les deux groupes de locuteurs, ainsi que les productions de la L1 et la L2.

7.1 Les erreurs de prononciation

La première section de ce chapitre souligne les erreurs de prononciation des voyelles dans les mots luxembourgeois. L'intérêt d'observer ces erreurs repose sur plusieurs raisons :

- éviter d'inclure les mauvaises prononciations dans l'analyse acoustique, ce qui fausserait les résultats ;
- illustrer les types d'erreurs que l'on retrouve dans les productions non natives ;
- obtenir des informations sur le niveau de lecture des apprenants et rendre compte des difficultés de lecture.

L'observation des erreurs porte sur les monophthongues longues et brèves, ouvertes, centrales et les diphthongues en position tonique. Parmi les erreurs, nous n'avons pas inclus les voyelles ouvertes et les diphthongues commençant par une voyelle ouverte dont les cibles correspondaient à celle d'une voyelle semi-ouverte ou ouverte (ex. *Täsch* « poche » produit [taʃ] au lieu de [tæʃ]). Nous approfondissons cet aspect à travers des analyses acoustiques dans la section 7.3 de ce chapitre. Les erreurs ont été déterminées perceptivement. Globalement, nous avons compté comme erreur les voyelles dont le timbre s'écartait trop du timbre attendu et suggérait une voyelle différente, affectant ainsi le sens du mot. Cette méthode a été également effectuée pour les voyelles [a:], [æ], [ɑ] et les diphthongues [æi], [æu], [ai], [au] dont le timbre ne correspondait plus à celui d'une voyelle semi-ouverte ou ouverte.

Comme nous l'avons présenté dans la section 5.3.3 du chapitre 5, nous disposons de 893 mots de la partie LE et de 895 mots de la partie AR. Après écoute des prononciations de chaque mot, nous avons relevé 85 erreurs parmi les 893 mots de la partie LE, soit 10% d'erreurs, et 50 erreurs parmi les 895 mots de la partie AR, soit 6% d'erreurs. Ces chiffres ne sont pas très élevés, mais ils permettent toutefois de mettre en évidence les types d'erreur rencontrés. Nous avons observé quatre types d'erreur (M = monophthongue, D = diphthongue) :

- M→M - monophthongue produite avec le timbre d'une autre monophthongue (ex. *kennen* « connaître » produit ['kénən] au lieu de ['kænən])
- D→D - diphthongue produite avec le timbre d'une autre diphthongue (ex. *Scheier* « grange » produit ['ʃeie] au lieu de ['ʃaie]),
- M→D - monophthongue produite avec le timbre d'une diphthongue (ex. *fiicht* « humide » produit [fiøct] au lieu de [fi:ct]),
- D→M - diphthongue produite avec le timbre d'une monophthongue (ex. *Koup* « tas » produit [kup] au lieu de [kœup]).

Certains types d'erreur sont plus fréquents que d'autres, comme le résume la figure 7.1. Le remplacement d'une diphongue par une monophongue (D→M) constitue l'erreur la plus fréquente. Viennent ensuite le remplacement des voyelles d'une même catégorie (M→M et D→D), puis finalement, celui d'une monophongue par une diphongue (M→D). Cette répartition est similaire pour les parties LE et AR, avec, du moins, une augmentation pour le type M→M et une réduction pour le type D→D dans la partie AR. Généralement, les résultats indiquent que les diphongues sont les voyelles les moins bien prononcées par les francophones. Nous observons néanmoins une réduction du nombre d'erreurs pour la partie AR, suggérant une correction de la part des locuteurs.

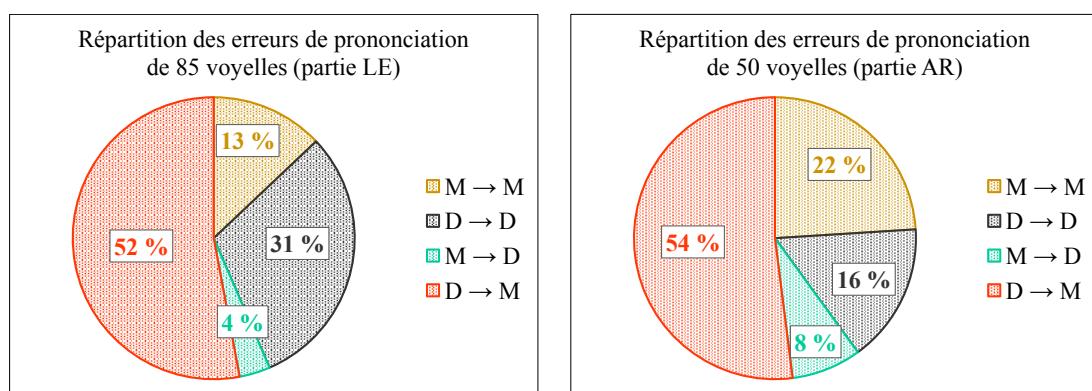


FIGURE 7.1 – La répartition des erreurs de prononciation des voyelles dans les parties LE et AR faites par les locuteurs francophones en fonction des quatre types (M = monophongue, D = diphongue).

Une description des erreurs permet de mettre en évidence les tendances de production des différentes voyelles par les locuteurs francophones :

- Les erreurs du type M→M et D→D concernent des voyelles spécifiques : par exemple, la voyelle [æ] dans le mot *kennen* « connaître » a été produite en tant que [ë] par plus de la moitié des locuteurs dans la partie LE et par tous les locuteurs, sauf une locutrice, dans la partie AR. Les erreurs des diphongues sont les plus récurrentes. La plupart du temps, les cibles produites pour certaines diphongues correspondent à celles d'autres diphongues. Ces erreurs ont été faites surtout au niveau de la diphongue [œi], produite [æi] ou [ai] et, inversement, au niveau des diphongues [æi] et [ai], remplacées par [œi] : on retrouve cette erreur fréquemment pour le mot *Scheier* ['ʃœiə] « grange » dans les parties LE et AR.
- Les erreurs du type M→D, peu fréquentes, sont observées uniquement chez un locuteur (ex. *Schof* [ʃo:f] « mouton » prononcé [ʃœuf]) tant dans la partie LE que AR.

- Les erreurs du type D→M sont très fréquentes. Une grande partie des erreurs a été faite au niveau de la diphthongue [iə], monophthonguée en [i] (ex. *Fieder* « plume » produit ['fideɪ] au lieu de ['fiədə]). Une erreur a souvent été commise au niveau du mot *Kaméil* [ka'mœil] « chameau », où la diphthongue [œi] a été produite [e] ou [æ]. Quelques erreurs ont été faites au niveau de [uə], produite [u] (ex. *Kueb* « corbeau » produit [kup] au lieu de [kuəp]).

Le nombre d'erreurs par locuteur varie de 2 à 19 dans la partie LE et de 0 à 11 dans la partie AR. Celui-ci peut rendre compte du niveau des apprenants, certains ayant fait plus d'erreurs que d'autres. La répartition des erreurs ainsi que les mots mal prononcés peuvent être consultés plus en détail sur les tableaux 10.23 et 10.24 dans le chapitre 10. La cause des erreurs peut avoir plusieurs sources, comme par exemple

- une faute de lecture,
- une méconnaissance des mots,
- une ignorance de l'orthographe,
- un manque de distinction perceptif entre les voyelles.

La notion même d'erreur est à utiliser avec précaution. En effet, comme nous ne connaissons pas la cause des erreurs, nous avons utilisé la notion d'erreur et non la notion de faute, car nous ne savons pas si ces erreurs ont été commises par un manque de connaissance/d'apprentissage ou un manque de compétence. Corder (1980) fait cette différence dans le cadre de l'apprentissage d'une langue : la faute est commise par un apprenant qui connaît les règles, mais qui ne les applique pas ou pas toujours, tandis que l'erreur est commise par un apprenant qui ne connaît pas les règles et qui ne dispose pas de référence sur laquelle il peut se baser. Corder (1980) considère ainsi la faute comme une erreur « non-systématique », liée à la performance, et l'erreur comme erreur « systématique », liée à la compétence (p. 13). Nous pouvons dire que la faute dépend de l'assimilation des règles à la pratique, donc du savoir, tandis que l'erreur dépend de la quantité de règles apprises, donc de la connaissance. Nous pouvons aussi nous interroger sur l'importance des erreurs dans la communication, notamment en rapport avec le sens et la compréhensibilité des mots par l'interlocuteur. Cette question mériterait un approfondissement au niveau expérimental avec nos données, par exemple à travers une vérification de la compréhensibilité des francophones au moyen de tests perceptifs avec des locuteurs natifs. En outre, les erreurs relevées dans cette section portent sur la partie lue du corpus. Dans le cas d'une analyse comparative entre la parole lue et la parole spontanée des francophones, il est possible de voir si ces erreurs sont systématiques ou si elles sont dues à d'autres facteurs. En effet, si les francophones ont des difficultés de production dans la partie lue, mais qu'ils ont moins de mal à reproduire les caractéristiques du luxembourgeois en parole spontanée, c'est que l'orthographe, voire la lecture en générale, a une influence sur les productions.

Considérant la variété des erreurs faites par les locuteurs de notre étude, nous ne pouvons pas confirmer d'une manière certaine de quel type d'erreur il s'agit. Par contre, nous pouvons tenir compte du nombre d'erreurs faites par les locuteurs et les mettre en lien avec les résultats sur la production que nous allons présenter dans les trois sections suivantes. Ainsi, nous pouvons formuler l'hypothèse que les francophones ayant fait moins d'erreurs ont moins de difficultés à contraster parmi les voyelles en luxembourgeois que ceux qui ont fait plus d'erreurs. La suppression des erreurs phonologiques de la liste des occurrences que nous analysons dans ce chapitre empêche d'orienter l'analyse vers une comparaison phonologique entre les productions natives et non natives des voyelles. En effet, en ne gardant que les voyelles similaires à celles attendues, nous restons dans une approche acoustico-phonétique. Les erreurs, que nous avons détectées perceptivement, conditionne les résultats et permettent par la suite de vérifier le degré d'écart ou de proximité des productions non natives par rapport aux productions natives. Une prise en compte des erreurs reconditionnerait les résultats et orienterait l'étude vers une analyse phonologique des voyelles.

7.2 Les voyelles longues et brèves

Dans le chapitre 6, nous avons constaté que la durée est une caractéristique majeure pour l'opposition des voyelles longues et brèves contrastives des paires [i:]-[i], [e:]-[e], [a:]-[a], [o:]-[ɔ] et [u:]-[u] dans la production native du luxembourgeois. Ce trait d'opposition n'existe pas dans l'inventaire vocalique du français de France. En outre, les analyses de Zimmerer & Trouvain (2015b) suggèrent, d'une manière générale, que les locuteurs francophones ont du mal à produire le contraste au niveau de la longueur entre les voyelles longues et brèves de l'allemand. Dans le but d'enrichir ces résultats avec les données du luxembourgeois, nous présentons dans cette section une analyse de la durée contrastive entre les voyelles longues et brèves dans la parole non native, en répondant à la question : les locuteurs francophones opposent-ils les voyelles longues aux voyelles brèves au niveau de la durée ? Appuyée par les affirmations dans la littérature, notre hypothèse part du fait que les locuteurs francophones ne produisent pas d'opposition entre les voyelles longues et brèves au niveau de la durée. Nous analysons pour cela 480 occurrences de la partie LE (Lecture) et 482 occurrences de la partie AR (Audio-Répétition) : la comparaison entre les voyelles produites dans ces deux parties permettra de noter les facteurs qui jouent un rôle dans la production des voyelles par les locuteurs francophones, puisque la partie AR inclut l'écoute avant la production.

Comme nous l'avons mentionné dans la section 4.1.3 du chapitre 4 ainsi que dans le chapitre 6, la durée est une propriété acoustique qui peut facilement être affectée par d'autres facteurs, comme le débit de parole ou l'hésitation. Il est toutefois possible

d'analyser la durée des voyelles dans une approche comparative à condition de tenir compte des facteurs de variation. C'est ce que nous proposons dans cette section.

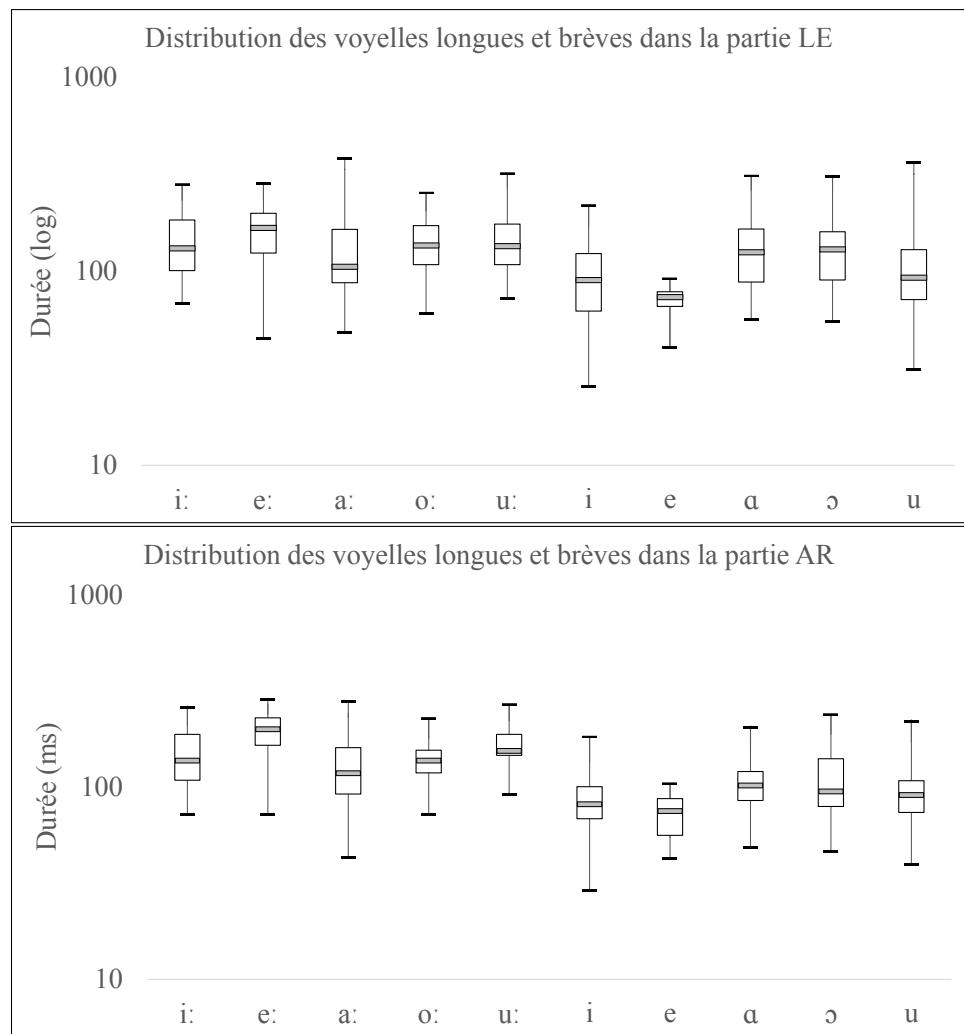


FIGURE 7.2 – La distribution des valeurs de la durée (ms) de 480 (LE) et 482 (AR) voyelles longues et brèves représentées sous forme de boîtes à moustaches sur une échelle logarithmique de 10.

Une première manière d'observer le contraste entre les voyelles longues et brèves au niveau de la durée est la représentation des valeurs de la durée sous forme de distribution, tel que nous l'avons fait pour les locuteurs natifs dans la section 6.1 du chapitre 6. Les valeurs de la durée sont représentées sous forme de boîte à moustaches sur une échelle logarithmique de 10 (cf. figure 7.2). Notons que les valeurs des premier et troisième quartiles, de la médiane et les moyennes sont indiquées sur les tableaux 10.5 dans le chapitre 10. À travers cette représentation, nous nous rendons compte de la variation au niveau des productions des dix voyelles. Celle-ci se cristallise à travers le chevauchement plus ou moins marqué et aléatoire des voyelles longues et des voyelles brèves. Par rapport à la distribution de la durée des locuteurs natifs, celle des francophones indique une frontière moins claire entre les voyelles longues et brèves. Les paires [a:]-[a] et [ɔ:]-[ɔ] sont particulièrement atteintes par ce chevauchement, à

l'opposé de [e:]-[e], dont le contraste est plus marqué au niveau des distributions. Nous pouvons également dégager une différence entre les productions de la partie LE et AR pour les paires [i:]-[i] et [u:]-[u]. Des tests t comparant les moyennes des voyelles longues et brèves des cinq paires de la partie LE confirment les productions variées de la durée : en effet, les résultats indiquent

- une différence significative à $p < 0,001$ entre les moyennes de [i:] et [i] ainsi que de [e:] et [e],
- une différence significative à $p < 0,01$ entre les moyennes de [u:] et [u],
- une différence non significative entre les moyennes de [a:] et [a] ($p = 0,960$) ainsi que de [o:] et [ɔ] ($p = 0,271$).

Ce résultat laisse suggérer que les locuteurs francophones ont plus de difficultés à opposer les voyelles postérieures contrastives que les voyelles fermées contrastives au niveau de la durée. Par contre, un changement s'opère dans la partie AR, notamment à travers une réduction de la taille des boîtes à moustaches pour certaines voyelles, indiquant une variation moins importante au niveau des productions. Des tests t montrent cette fois une différence significative à $p < 0,001$ entre les moyennes des voyelles longues et brèves des cinq paires, suggérant une amélioration de l'opposition dans la partie du corpus qui inclut la perception. Le tableau 7.1 résume la significativité des résultats des tests t. Il reste à voir si cette amélioration est valable pour tous les locuteurs.

Significativité pour la durée		
Paire	LE	AR
[i:]-[i]	***	***
[e:]-[e]	***	***
[a:]-[a]	ns	***
[o:]-[ɔ]	ns	***
[u:]-[u]	**	***

Tableau 7.1 – La significativité des tests t comparant la durée des voyelles contrastives longues et brèves dans les parties LE et AR.

La différence entre les productions des parties LE et AR que nous avons observée a montré une amélioration de l'opposition entre les voyelles longues et brèves au niveau de la durée. Les durées moyennes (ms) des voyelles de la partie LE montrent, pour les dix locuteurs, tout d'abord les différences entre les voyelles fermées et semi-fermées [i:]-[i], [e:]-[e], [u:]-[u] et les voyelles ouvertes et postérieures [a:]-[a], [o:]-[ɔ] :

i:	146	-	i	96
e:	164	-	e	71
a:	129	-	a	129
o:	142	-	ɔ	132
u:	150	-	u	109

Dans la partie AR, nous retrouvons des tendances similaires, avec toutefois une augmentation visible de l'écart entre les voyelles longues et brèves des paires [a:]-[a] et [o:]-[ɔ] au niveau de la durée (ms), comme le suggère également la figure 7.3 :

i:	148	-	i	88
e:	191	-	e	75
a:	130	-	a	104
o:	139	-	ɔ	114
u:	165	-	u	91

Malgré les facteurs qui peuvent affecter la durée dans la parole, ces moyennes illustrent une opposition entre les voyelles longues et brèves au niveau de la durée. Nous expliquons la différence entre les parties LE et AR par l'effet de la perception sur la production des locuteurs, la partie AR incluant l'écoute avant la production. Par contre, comme l'apprentissage d'une langue dépend d'un certain nombre de facteurs, nous devons partir du fait que ce résultat ne concerne pas forcément tous les locuteurs.

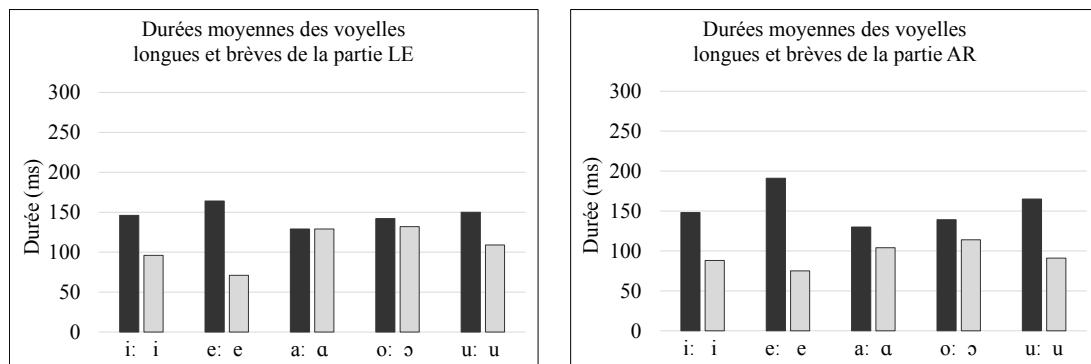


FIGURE 7.3 – Les durées moyennes (ms) des voyelles longues et brèves produites dans les parties LE et AR par les locuteurs francophones.

L'apprentissage d'une langue implique l'influence de facteurs externes qui font varier les productions. Ainsi, nous pouvons noter que certains locuteurs produisent en moyenne déjà une opposition entre les voyelles longues et brèves au niveau de la durée dans la partie LE, ce qui n'est pas le cas des autres locuteurs. Pour mettre en évidence les productions de chaque locuteur, nous avons calculé le rapport entre les

durées moyennes des voyelles longues et celles des voyelles brèves. Les résultats, illustrés dans le tableau 7.2, montrent que le rapport est la plupart du temps de 1 dans la partie LE, alors qu'il augmente dans la partie AR, surtout pour la paire [e:]-[e]. La fréquence du rapport 1 :1 pour les paires de voyelles ouvertes et postérieures confirme une difficulté à produire le contraste au niveau de la durée. La différence significative des tests t comparant les durées moyennes des voyelles longues et brèves de la partie AR s'explique alors par une variation entre les locuteurs, mais ne permet en aucun cas de confirmer que le résultat du test statistique est valable pour tous les locuteurs. En observant les rapports, nous nous rendons compte que les locuteurs opposant d'une manière plus importante les voyelles longues aux voyelles brèves sont pour la plupart ceux qui ont produit moins d'erreurs de prononciation parmi celles qui ont été notées dans la section précédente.

Rapports entre les durées moyennes des voyelles longues et des voyelles brèves dans la partie LE										
Paire	Locuteurs									
	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	PF6	PF7	PF8	PF9	PF10
i:-i	1 :1	2 :1	2 :1	1 :1	1 :1	2 :1	2 :1	1 :1	1 :1	1 :1
e:-e	2 :1	2 :1	4 :1	2 :1	1 :1	3 :1	4 :1	2 :1	2 :1	2 :1
a:-a	1 :1	1 :1	1 :1	1 :1	1 :1	2 :1	1 :1	1 :1	1 :1	1 :1
o:-ɔ	1 :1	1 :1	1 :1	1 :1	1 :1	1 :1	1 :1	2 :1	1 :1	1 :1
u:-u	2 :1	2 :1	2 :1	1 :1	1 :1	2 :1	2 :1	1 :1	1 :1	1 :1
Rapports entre les durées moyennes des voyelles longues et des voyelles brèves dans la partie AR										
Paire	Locuteurs									
	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	PF6	PF7	PF8	PF9	PF10
i:-i	2 :1	2 :1	2 :1	2 :1	1 :1	2 :1	2 :1	1 :1	2 :1	1 :1
e:-e	3 :1	3 :1	3 :1	2 :1	2 :1	3 :1	3 :1	2 :1	3 :1	2 :1
a:-a	1 :1	1 :1	2 :1	1 :1	1 :1	1 :1	1 :1	1 :1	1 :1	1 :1
o:-ɔ	1 :1	1 :1	1 :1	1 :1	1 :1	1 :1	1 :1	1 :1	1 :1	1 :1
u:-u	2 :1	2 :1	3 :1	1 :1	2 :1	2 :1	3 :1	2 :1	2 :1	2 :1

Tableau 7.2 – Le rapport entre les durées moyennes des voyelles longues et celles des voyelles brèves de chaque locuteur francophone pour les parties LE et AR.

Jusqu'à présent, l'analyse de l'opposition entre les voyelles longues et brèves au niveau de la durée a démontré l'influence de la variabilité sur les résultats. Tout en considérant la variation de la durée, nous entamons une analyse comparative entre les productions natives et non natives des voyelles dans des mots isolés. Pour cela, nous avons sélectionné un mot dissyllabique par voyelle en contexte consonantique (voyelles longues : [i:] dans *Kiischten* ['ki:ʃtən] « cerises », [e:] dans *Keesen* ['ke:zən] « caisses », [a:] dans *Kaben* ['ka:pən] « casquettes », [o:] dans *Hoken* ['ho:kən] « hic », [u:] dans *Kuuschten* ['ku:ʃtən] « croûtes de pain »; voyelles brèves : [i] dans *ticken* ['tikən] « faire tic-tac », [e] dans *flécken* ['fle:kən] « réparer », [a] dans *kaschten* ['ka:ʃtən] « coûter », [ɔ] dans *Zocker* ['tsɔ:kən] « sucre », [u] dans *kucken* ['kukən] « regarder ») et

nous avons calculé le pourcentage de la durée de la voyelle dans le mot : le pourcentage de la durée vocalique a été calculé par rapport à la durée totale du mot. Cette méthode permet de réduire les facteurs d'influence de la durée, notamment pour la voyelle brève [e] : en effet, cette voyelle a été produite par les francophones uniquement dans des paires minimales insérées dans des phrases, alors qu'elle a été produite en contexte isolé par les locuteurs natifs. Le cas de la voyelle n'est pas idéale pour une comparaison de la durée. Sans idéaliser notre méthode, celle-ci permet néanmoins de comparer le pourcentage de la durée vocalique dans le mot pour les locuteurs natifs et non natifs. Une comparaison entre les valeurs brutes pourrait effectivement compromettre le résultat, puisqu'il y a un risque que la durée de la voyelle soit affectée par le débit de la phrase. Pour optimiser la comparaison, il serait nécessaire de refaire des enregistrements des paires minimales produites en contexte isolé par les locuteurs francophones.

Les figures 7.4 et 7.5 illustrent les productions des francophones (PF1-PF10) qui se rapprochent le plus de celles des natifs (PN) ainsi que les différences entre les francophones. Notons que l'absence d'une production pour certains locuteurs sur les graphiques est liée au fait que les locuteurs ont commis une erreur de prononciation, ce qui exclut ces occurrences de l'analyse. Nous pouvons rappeler que les locuteurs natifs produisent tous une durée plus importante pour les voyelles longues que pour les voyelles brèves, ce qui se constate également au niveau des voyelles en contextes : en effet, les voyelles fermées dans les mots dissyllabiques ont une durée similaire, alors que les voyelles ouvertes et postérieures semi-fermées dans les mots dissyllabiques ont une durée plus élevée. Cette constatation nous permet une fois de plus de soutenir le fait que ces dernières sont considérées comme étant plus longues que ces premières (Lehiste, 1976; Di Cristo, 1980). À l'opposé, nous constatons des différences entre les locuteurs francophones : par exemple, les locuteurs PF4 et PF5 semblent avoir le plus de difficultés à produire les voyelles longues avec une durée semblable à celle des natifs, tant dans la partie LE que dans la partie AR. L'amélioration de certaines productions dans la partie AR est également à prendre en compte.

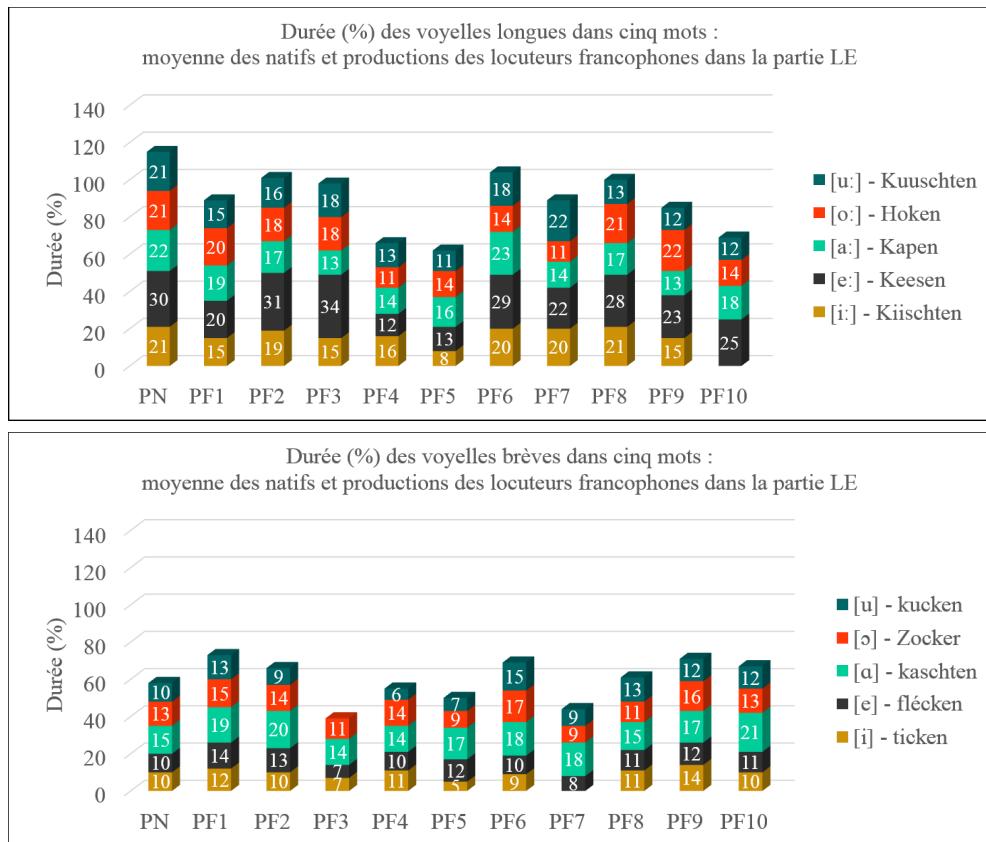


FIGURE 7.4 – La durée (%) des voyelles longues dans les mots *Kiischten* « cerises », *Keesen* « caisses », *Kaben* « casquettes », *Hoken* « hic », *Kuuschten* « croûtes de pain » et des voyelles brèves dans les mots *ticken* « faire tic-tac », *flécken* « réparer », *kaschten* « coûter », *Zocker* « sucre » et *kucken* « regarder » du registre MOTS et de la partie LE. Les graphiques représentent le pourcentage moyen pour les voyelles des locuteurs natifs (PN) et les pourcentages pour les voyelles de chaque locuteur francophone (PF1-PF10).

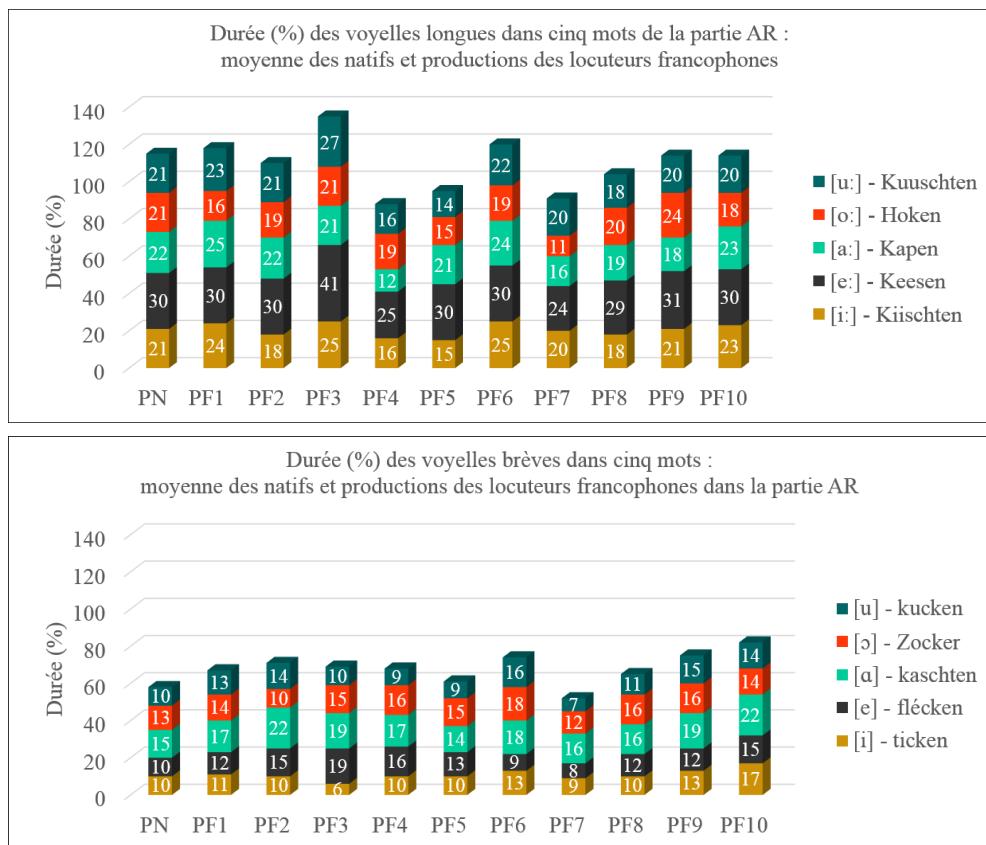


FIGURE 7.5 – La durée (%) des voyelles longues dans les mots *Kiischten* « cerises », *Keesen* « caisses », *Kaben* « casquettes », *Hoken* « hic », *Kuuschten* « croûtes de pain » et des voyelles brèves dans les mots *ticken* « faire tic-tac », *flécken* « réparer », *kaschten* « coûter », *Zocker* « sucre » et *kucken* « regarder » du registre MOTS et de la partie AR. Les graphiques représentent le pourcentage moyen pour les voyelles des locuteurs natifs (PN) et les pourcentages pour les voyelles de chaque locuteur francophone (PF1-PF10).

Malgré l'instabilité de la durée en tant que propriété acoustique, nous avons quand même pu analyser l'opposition entre les voyelles longues et brèves et admettre que ce trait est source de difficulté pour les francophones. Certains locuteurs parviennent mieux que d'autres à produire ce contraste. Dans l'ensemble, nous avons constaté les faits suivants :

- une variation importante au niveau de la durée des voyelles longues et brèves dans la parole non native,
- une réduction de la variation et une amélioration de l'opposition entre les voyelles longues et brèves au niveau de la durée dans le cas où celles-ci sont produites après perception,
- une opposition fréquente effectuée entre les voyelles longues et brèves contrastives des paires [i:]-[i], [e:]-[e] et [u:]-[u],

- une opposition peu fréquente entre les voyelles longues et brèves contrastives des paires [a:]-[a] et [o:]-[ɔ].

Ces constatations ne se font pas sans la prise en considération de la variation parmi les locuteurs. Cette variation peut être due à de nombreux facteurs, tels que nous les avons définis dans la section 3.2.3 du chapitre 3. Dans le cas de nos données, nous pouvons considérer comme facteurs

- la méthode d'apprentissage (ex. inclusion/absence d'exercices de prononciation),
- la fréquence d'utilisation du luxembourgeois avec des locuteurs natifs (ex. changement du luxembourgeois en français lors d'une conversation)
- l'influence de la lecture et de l'orthographe (ex. graphie similaire en français),
- la connaissance des mots (ex. mots fréquemment utilisés).

En dehors de ces facteurs, nous pouvons penser que, dans la partie AR, la perception ait eu une influence différente sur certains locuteurs : il serait possible que le débit de la locutrice native ait pu influencer les locuteurs, et que certains traits aient été perçus plus que d'autres et reproduits après écoute, comme par exemple l'intonation. Il est toutefois intéressant de noter que des locuteurs se sont appliqués au niveau de la production de l'accent lexical dans la partie AR, alors qu'ils ne l'effectuaient peu ou pas dans la partie LE. L'accent lexical aurait pu alors contribuer à l'amélioration de certaines productions vocaliques dans la partie AR. En outre, il est possible que le contexte phonémique des voyelles joue un rôle dans notre analyse, puisqu'il est établi que les voyelles sont plus brèves devant une consonne sourde que devant une consonne sonore (Lehiste, 1976). Néanmoins, nous avons pu identifier les aspects principaux des productions non natives à travers notre analyse.

En somme, notre analyse démontre une difficulté des francophones à produire l'opposition entre les voyelles longues et brèves au niveau de la durée. Cette difficulté ressort plus dans la partie LE que dans la partie AR. Lors de l'exercice de répétition après perception dans la partie AR, nous avons constaté que des locuteurs ont produit les durées vocaliques d'une manière plus proche de la production native, ce qui induit l'influence de la perception sur la production. Certains locuteurs ont produit une durée plus similaire aux natifs que d'autres. Par contre, nous ne pouvons pas accepter d'une manière convaincante un apprentissage du contraste entre les voyelles longues et brèves par les locuteurs. Dans notre expérience, la répétition a été effectuée juste après l'écoute : ainsi, il est possible de voir un effet de la perception à court terme, mais non une maîtrise de l'opposition entre les voyelles longues et brèves au niveau de la durée à long terme. Cette expérience ne montre pas si les locuteurs ont appris à contraster phonologiquement entre les voyelles longues et brèves au niveau de la durée, mais elle permet de constater une variation de la production de la du-

rée vocalique, avec, des fois, une production proche de celle des natifs. Pour voir une capacité à contraster entre les voyelles longues et brèves dans la production, il serait alors nécessaire d'effectuer d'autres expériences, en incluant par exemple l'analyse des productions non natives après une prise de conscience de l'opposition entre les voyelles au niveau de la durée dans le cadre d'un exercice effectué préalablement. En conséquence, nous pouvons valider notre hypothèse dans la mesure où nous avons vu une variation importante au niveau de la durée des voyelles longues et brèves, notamment dans un contexte qui exclut la perception. L'hypothèse ne peut cependant pas être validée pour toutes les productions et il serait nécessaire de vérifier l'hypothèse par plus de données, en tenant compte d'autres facteurs dans l'expérience.

7.3 Les voyelles ouvertes

Dans la troisième section du chapitre, nous présentons une analyse de la production du timbre des trois voyelles ouvertes [æ], [a:] et [ɑ] du luxembourgeois dans la parole non native. L'intérêt de cette analyse est de montrer les particularités de ces trois voyelles lorsqu'elles sont produites par des locuteurs dont la langue maternelle ne contient pas de contraste entre deux ou plusieurs voyelles acoustiquement proches, comme c'est le cas en français, qui contient une voyelle ouverte unique [a]. Le but de l'analyse est de répondre à la question : les locuteurs francophones contrastent-ils les voyelles ouvertes [æ], [a:] et [ɑ] au niveau du timbre ? Dans la section 6.2 du chapitre 6 qui porte sur la parole native, nous avons vu que ces trois voyelles s'opposent à travers les deux premiers formants et que la voyelle longue [a:] se distingue des voyelles brèves [æ] et [ɑ] au niveau de la durée. Cette analyse a confirmé que [a:] et [æ] sont rapprochés et que [a:] et [ɑ] sont éloignés chez les locuteurs natifs. Comme nous pensons que le timbre de ces trois voyelles est difficile à être acquis par des locuteurs francophones en raison de l'absence de contrastes similaires en français et qu'il y ait une possible interférence entre la langue maternelle (L1) et la langue étrangère (L2), nous partons de l'hypothèse que les locuteurs ne contrastent pas ces voyelles au niveau du timbre, mais qu'ils produisent ces trois voyelles avec le timbre du [a] français.

Afin de répondre à notre question et vérifier notre hypothèse, nous analysons les valeurs de F1 et F2 des trois voyelles ouvertes produites par les francophones. L'analyse porte sur 189 occurrences de la partie LE (LECTURE) et 189 occurrences de la partie AR (AUDIO-RÉPÉTITION), où les voyelles ont été produites après perception. Elle inclut également une comparaison entre les voyelles [æ], [a:], [ɑ] de la L2 et les voyelles [ɛ] et [ɑ] de la L1 produites dans des mots en contexte isolé. Ces deux dernières voyelles sont représentées au total par 15 occurrences produites par huit locuteurs dans la partie FRAN (mots français en contexte isolé). L'analyse des voyelles ouvertes du luxem-

bourgeois est complétée par une comparaison entre la durée de la voyelle longue [a:] et les durées des voyelles brèves [æ] et [ɑ]. Nous séparons les valeurs des femmes et des hommes, pour éviter la variation due aux différences physiologiques.

Dans le but d'observer les productions des voyelles ouvertes dans la parole non native, nous avons, dans un premier temps, représenté les occurrences des trois voyelles des parties LE et AR sous forme de dispersions sur les triangles vocaliques. Les dispersions, illustrées sur les figures 7.6 et 7.7, sont représentées avec les moyennes des voyelles fermées et semi-fermées antérieures et postérieures des deux parties du corpus. Sur les triangles vocaliques, la voyelle [æ] occupe l'espace d'une voyelle semi-ouverte, voire semi-fermée, tandis que [a:] et [ɑ] occupent principalement l'espace de voyelles ouvertes et semi-ouvertes. Contrairement à la dispersion des voyelles dans la parole native, celle-ci s'étend sur une plus grande partie du triangle vocalique. La dispersion des voyelles est également plus importante chez les femmes que chez les hommes. À côté de l'observation des voyelles ouvertes, ces moyennes permettent aussi de voir l'ensemble de l'espace acoustique occupé par les voyelles produites par les francophones :

- dans la partie LE, [a:] et [ɑ] évoluent dans un espace acoustique commun, avec un F1 assez élevé, tandis que [æ] s'étend vers l'espace des voyelles semi-fermées ;
- dans la partie AR, [a:] et [ɑ] évoluent dans le même espace acoustique, tandis que la plupart des occurrences de [æ] ont un F1 plus élevé.

En plus des différences entre les parties LE et AR, nous constatons aussi une différence entre les femmes et les hommes : alors que certaines occurrences de [æ] chevauchent les réalisations de [a:] et [ɑ] chez les femmes, notamment dans la partie LE, la plupart des occurrences de [æ] s'étendent dans l'espace acoustique d'une voyelle antérieure semi-fermée chez les hommes. De plus, les hommes ont plus tendance à centraliser les voyelles que les femmes, ce qui se constate non seulement au niveau des dispersions des voyelles ouvertes, mais aussi au niveau des voyelles postérieures. Cette différence pourrait s'expliquer à travers plusieurs facteurs, dont le débit de parole, mais aussi le degré d'articulation des voyelles, qui semble être moins important chez les hommes que chez les femmes. Nous allons voir en quelle mesure la variation est présente parmi les productions.

Pour appuyer les observations des voyelles sur les triangles vocaliques, nous avons calculé les distances euclidiennes en fonction de F1 et F2 entre la voyelle longue [a:] et les deux voyelles brèves [æ] et [ɑ]. Le calcul de la distance euclidienne est expliqué dans la section 6.1 du chapitre 6. Les résultats des distances euclidiennes, illustrés sur la figure 7.8, montrent, comme attendu pour les francophones, des écarts plus importants entre [a:] et [æ] qu'entre [a:] et [ɑ] :

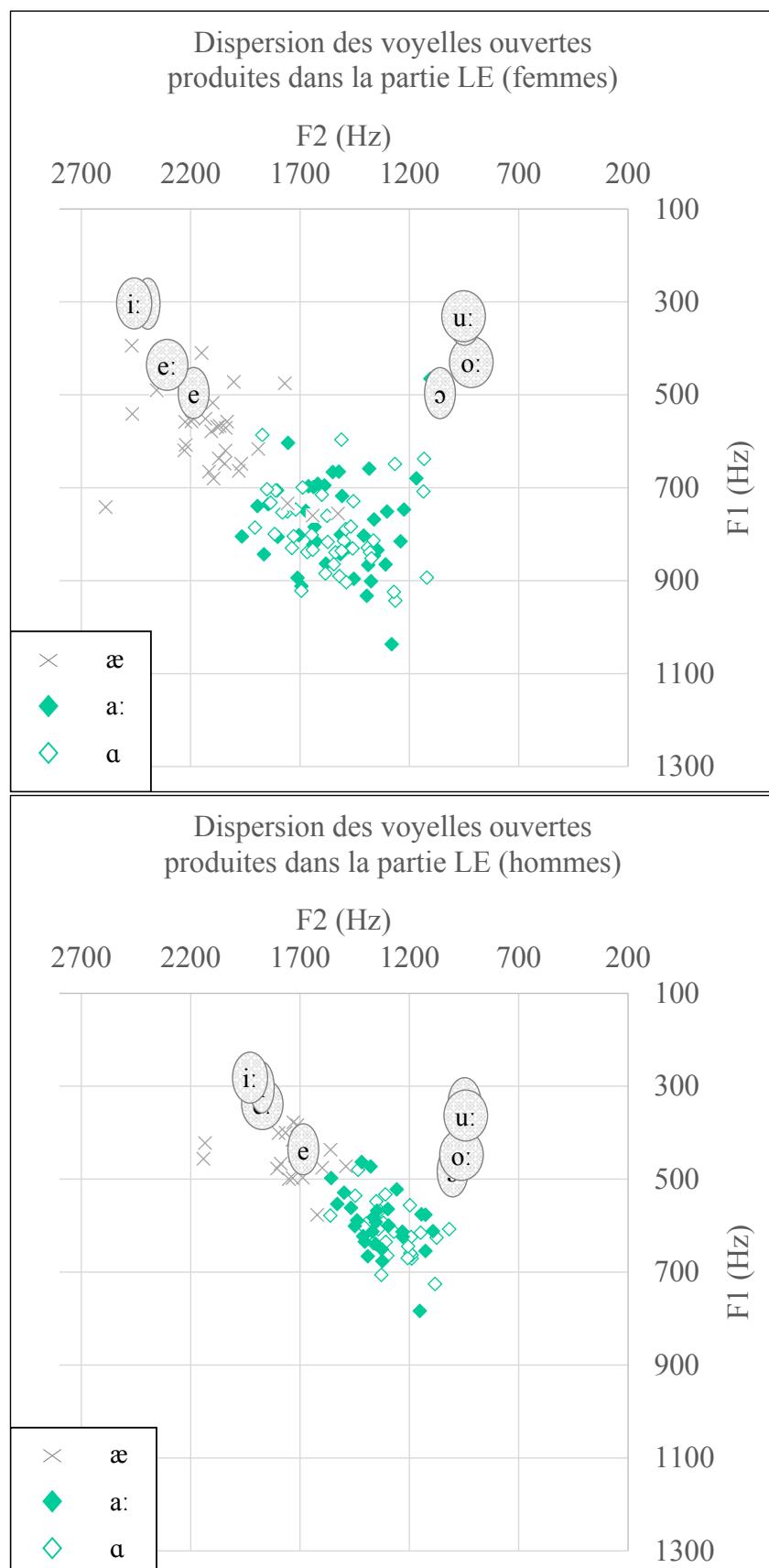


FIGURE 7.6 – La dispersion de 189 voyelles ouvertes produites dans les mots de la partie LE par les locuteurs francophones.

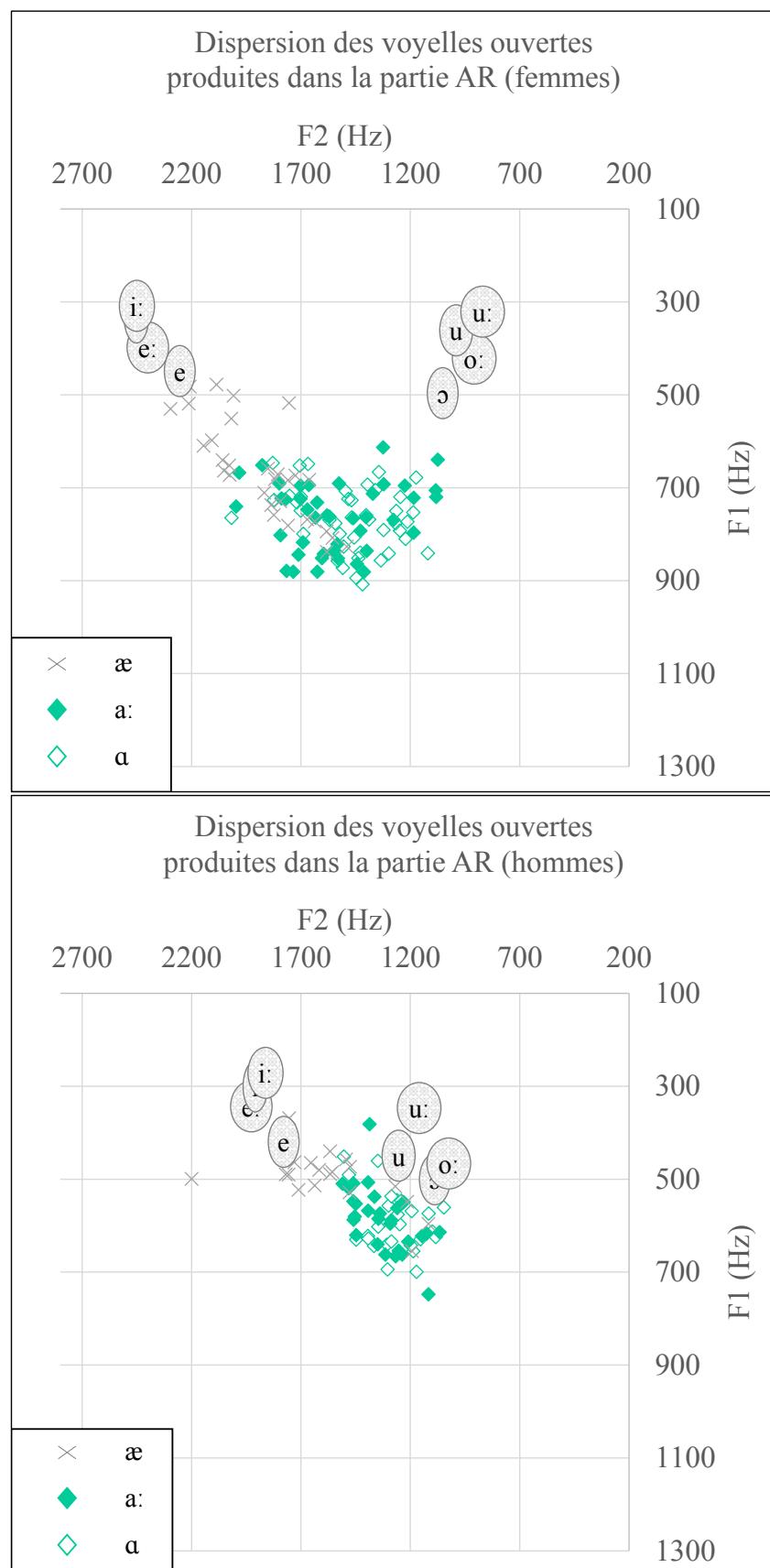


FIGURE 7.7 – La dispersion de 189 voyelles ouvertes produites dans les mots de la partie AR par les locuteurs francophones.

- dans la partie LE, les valeurs ne descendent pas en dessous de 1,5 Bark pour la paire [a:]-[æ] et ne dépassent pas 1 Bark pour la paire [a:]-[ɑ] ;
- dans la partie AR, les écarts entre [a:] et [æ] sont plus réduits, mais restent tout de même assez élevés, tandis que les écarts entre [a:] et [ɑ] restent bas.

Nous pouvons expliquer les écarts élevés entre [a:] et [æ] à travers l'association de la voyelle [æ] à la voyelle [ɛ] du français et les écarts réduits entre [a:] et [ɑ] par une opposition faible entre ces deux voyelles, dont la source peut se situer au niveau perceptif. Ces deux voyelles, [a:] et [ɑ], adoptent des caractéristiques similaires, voire les mêmes caractéristiques, dans la parole non native.

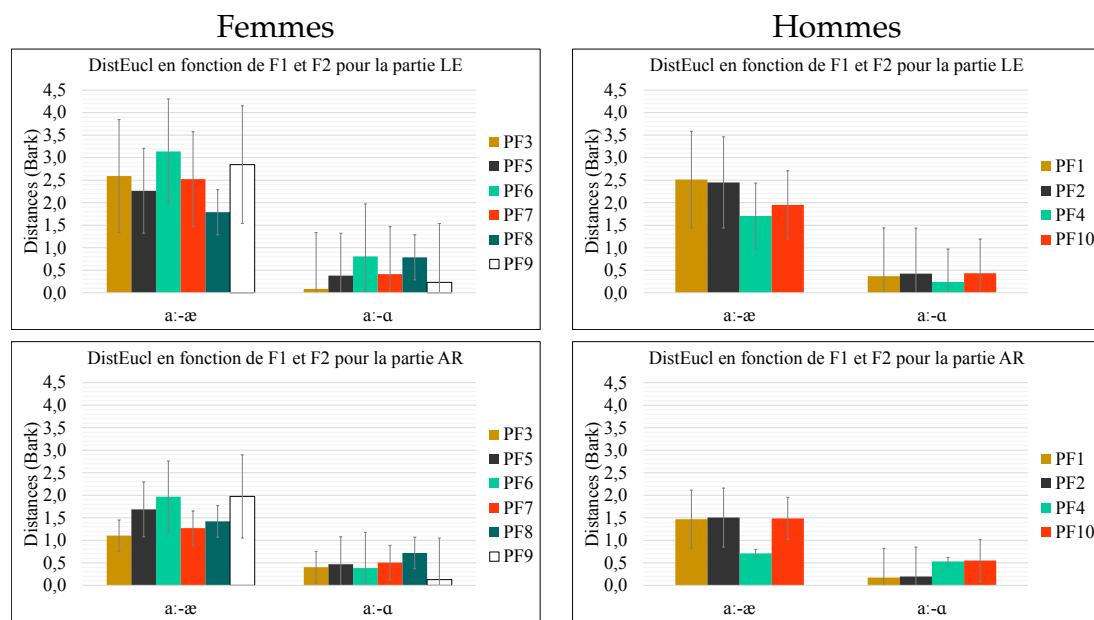


FIGURE 7.8 – Les distances euclidiennes calculées à partir des moyennes de F1 et F2 (Bark) pour les paires contrastives [a:]-[æ] et [a:]-[ɑ] des parties LE et AR. Les distances sont représentées avec leurs erreurs types.

Afin de mieux rendre compte des difficultés des productions francophones, nous avons comparé les productions natives et non natives des voyelles. Les moyennes de F1 et F2 des voyelles des femmes et des hommes natifs ont été comparées aux moyennes des voyelles de chaque locuteur francophone. Les valeurs en Hertz ont été préalablement converties en Bark pour présenter les voyelles en fonction des valeurs traduisant la hauteur perçue par l'oreille. Nous pouvons observer ces valeurs sur les figures 7.9 et 7.10. Sur chaque figure, nous observons la moyenne en fonction de F1 et F2 des voyelles [æ], [a:], [ɑ] du groupe des locuteurs natifs (PN = ovale de couleur turquoise) produites dans le registre MOTS et celle de chaque locuteur francophone (PF1-PF10) produites dans la partie LE, respectivement AR (rectangle). L'analyse de la figure 7.9 représentant les productions dans la partie LE permet d'appuyer les affirmations faites précédemment :

- æ - les locuteurs francophones produisent la voyelle avec un F1 et F2 plus élevés que PN, renforçant le fait que cette voyelle est réalisée dans l'espace acoustique d'une voyelle semi-ouverte, voire semi-fermée ;
- a: - la voyelle est produite dans un espace assez proche de celui des natifs, quoique certains locuteurs s'écartent légèrement de la moyenne de PN ;
- a - la voyelle est visiblement produite dans l'espace acoustique de [a:] par les locuteurs francophones et les moyennes ne correspondent pas à celle de PN.

En comparaison, l'analyse des productions de la partie AR présentées sur la figure 7.10 montre certaines modifications :

- æ - la voyelle se réalise plus proche de [a:], mais la plupart des moyennes sont trop écartées du timbre de la voyelle ouverte centrale ;
- a: - nous constatons peu de changement concernant les productions de la voyelle ;
- a - certaines productions se rapprochent de la moyenne de PN.

Nous observons à nouveau une centralisation plus importante des voyelles chez les hommes que chez les femmes dans les deux parties, qui pourrait alors s'expliquer soit par une articulation peu soutenue, soit par une différence de hauteur perçue des voyelles.

Dans l'ensemble, nous constatons une variation des productions des francophones :

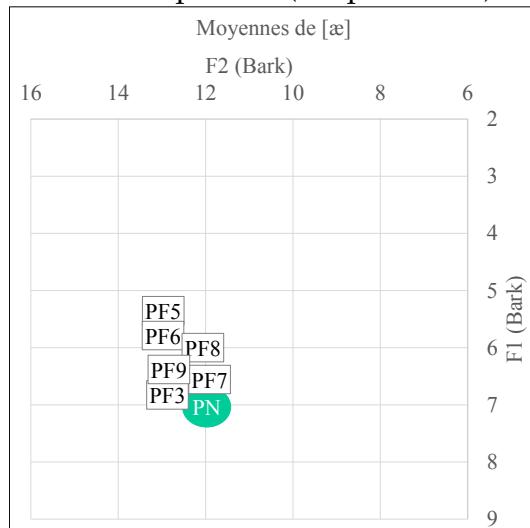
- æ - nous remarquons une variation importante au niveau des réalisations, notamment entre les parties LE et AR, où la voyelle varie entre [e] et [a:] ;
- a: - les productions francophones de la voyelle sont proches des productions natives, ce qui nous permet de dire que la production de cette voyelle ne représente pas de difficulté majeure au niveau du timbre pour les locuteurs francophones ;
- a - dans la plupart des cas, les francophones produisent la voyelle avec des caractéristiques similaires à celles de [a:].

Les voyelles [a] et [æ] représentent ainsi une difficulté majeure pour les locuteurs francophones. La voyelle [a] est produite avec le timbre d'une voyelle plus ouverte que la voyelle de référence native : dans la partie LE, qui compte 70 occurrences de [a], ce résultat correspond à 43% de la totalité des productions ; dans la partie AR, qui compte également 70 occurrences de [a], ce résultat correspond à 20% de la totalité des productions de cette voyelle. Pour le reste, le timbre de la voyelle postérieure de référence native est peu atteint dans la parole non native. Peu de cas suggèrent une amélioration de la production de [a] dans la partie AR. Par contre, même si les moyennes de [a] s'écartent de celles de [a:] dans certains cas, [a] est généralement moins postérieure chez les francophones que chez les natifs. Tandis que [a] est produite principalement dans l'espace acoustique de [a:], le cas de [æ] est moins clair, car

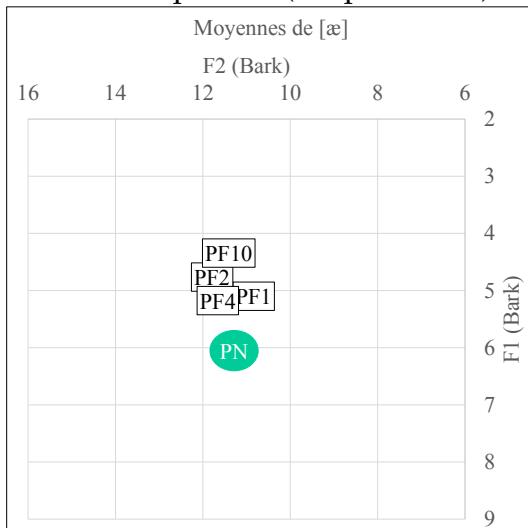


FIGURE 7.9 – Les moyennes de F1 et F2 (Bark) des voyelles ouvertes produites par les locuteurs natifs (PN) dans le registre MOTS et les locuteurs francophones (PF1-PF10) dans la partie LE.

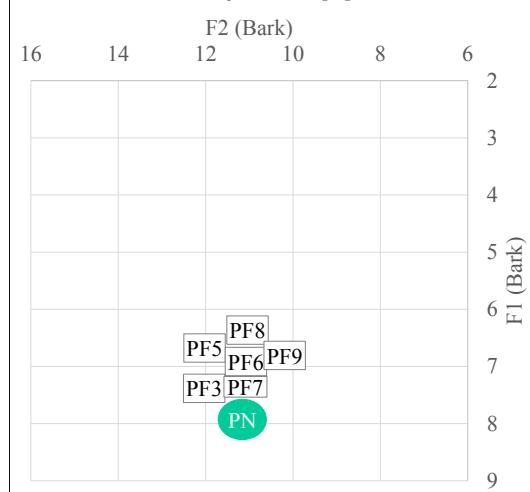
Femmes natives (PN, registre MOTS)
et francophones (PF, partie AR)



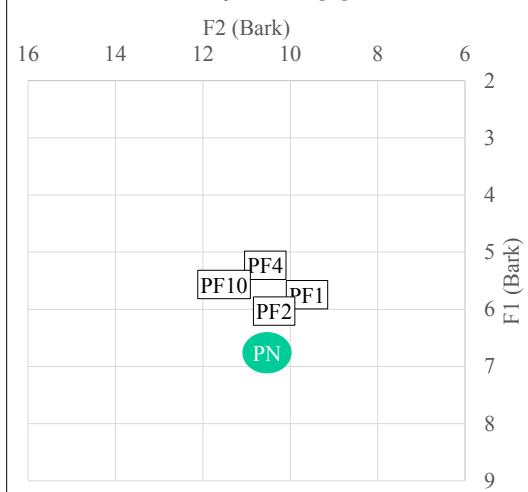
Hommes natifs (PN, registre MOTS)
et francophones (PF, partie AR)



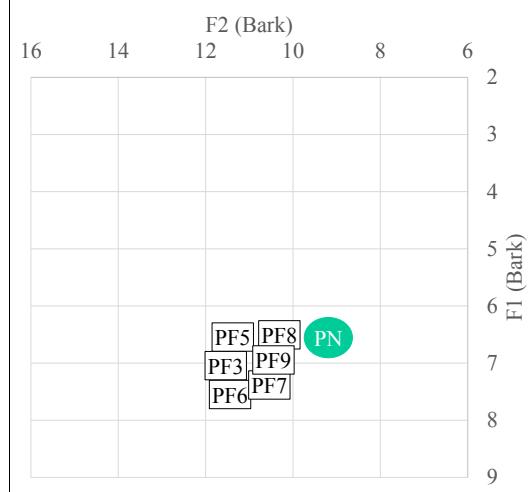
Moyennes de [a:]



Moyennes de [a:]



Moyennes de [a]



Moyennes de [a]

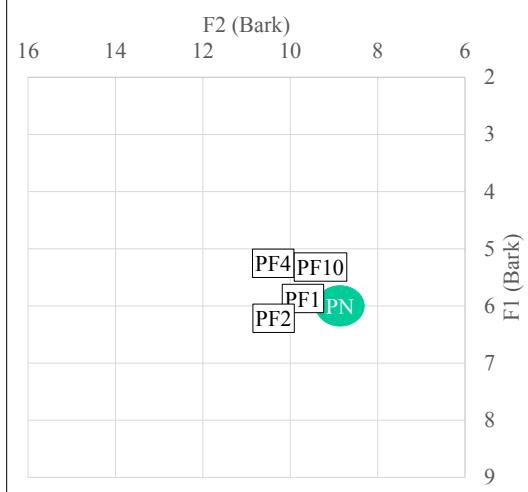


FIGURE 7.10 – Les moyennes de F1 et F2 (Bark) des voyelles ouvertes produites par les locuteurs natifs (PN) dans le registre MOTS et les locuteurs francophones (PF1-PF10) dans la partie AR.

cette voyelle varie entre l'espace acoustique d'une voyelle semi-ouverte et celui d'une voyelle ouverte. Après avoir déterminé ces différences perceptivement, nous pouvons réciter les résultats suivants : dans la partie LE, qui compte 50 occurrences de [æ], 96% des occurrences sont produites avec le timbre d'une voyelle semi-ouverte et 4% avec le timbre d'une voyelle ouverte centrale ; dans la partie AR, qui compte 49 occurrences de [æ], 76% des occurrences sont produites avec le timbre d'une voyelle semi-ouverte et 24% avec le timbre d'une voyelle ouverte centrale. Cette variation peut être expliquée à travers l'influence de l'orthographe : nous avons en effet remarqué que la voyelle [æ] est produite en tant que voyelle semi-ouverte lorsque sa graphie est <e>, comme dans les mots *Heck* « haie », *Kamell* « bonbon » et *kennen* « connaître », alors qu'elle est produite avec un timbre plus ouvert lorsque sa graphie est <ä>, comme dans les mots *Täsch* « poche », *Gäsch* « invité » et *Käschten* « coûts » de notre corpus. L'orthographe pourrait donc influencer la réalisation de la voyelle [æ].

Les difficultés de productions des voyelles, cristallisées à travers le timbre rapproché entre [a:] et [a] ainsi que la variation de [æ] au niveau du timbre, peuvent être dues à l'interférence entre la L1 et la L2. Dans le cas de nos données, l'interférence serait créée, d'un côté entre la voyelle du français [ɛ] et la voyelle du luxembourgeois [æ] et, d'un autre côté, entre la voyelle du français [a] et la voyelle du luxembourgeois [a]. En comparant les moyennes de ces voyelles, nous constatons que certaines caractéristiques des voyelles de la L1 se retrouvent dans les réalisations non natives des voyelles de la L2 : ainsi, les caractéristiques de [ɛ] dans la partie FRAN se miroitent dans les réalisations de [æ] dans la partie LE, mais pas dans la partie AR. En effet, [æ] se réalise avec un timbre plus ouvert dans la partie AR, sans toutefois atteindre l'espace acoustique de [a] ; les caractéristiques de [a] se retrouvent dans les réalisations de [a], mais celles-ci sont assez variables, puisqu'elles s'écartent dans certains cas du [a]. L'interférence entre la L1 et la L2 donne donc également lieu à des productions variées.

Pour illustrer les différences et les similitudes entre les voyelles de la L1 et celles de la L2, nous avons comparé [ɛ] produite dans le mot *pêche* à [æ] produite dans les mots *Heck* [hæk] « haie » et *Täsch* [tæʃ] « poche », ainsi que [a] produite dans le mot *cape* à [a] produite dans les mots *Haff* [haf] « cour » et *Kach* [kax] « cuisinier ». Ces réalisations sont illustrées sous forme de moyennes pour les femmes et les hommes francophones sur la figure 7.11. Dans un premier temps, cette comparaison montre une différence d'écart entre la L1 et la L2 pour la paires [ɛ]-[æ] et [a]-[a] : dans les parties LE et AR, l'écart entre [ɛ] et [æ] est plus variable qu'entre [a] et [a]. De plus, nous retrouvons la variation au niveau de la réalisation de [æ] en fonction de la graphie : *Heck* est en effet plus proche de *pêche* que *Täsch*. Cette forme de variation de cette voyelle est plus présente chez les femmes, surtout dans la partie AR, que chez les hommes, ce qui laisse penser que les femmes reproduisent plus les caractéristiques de cette voyelle

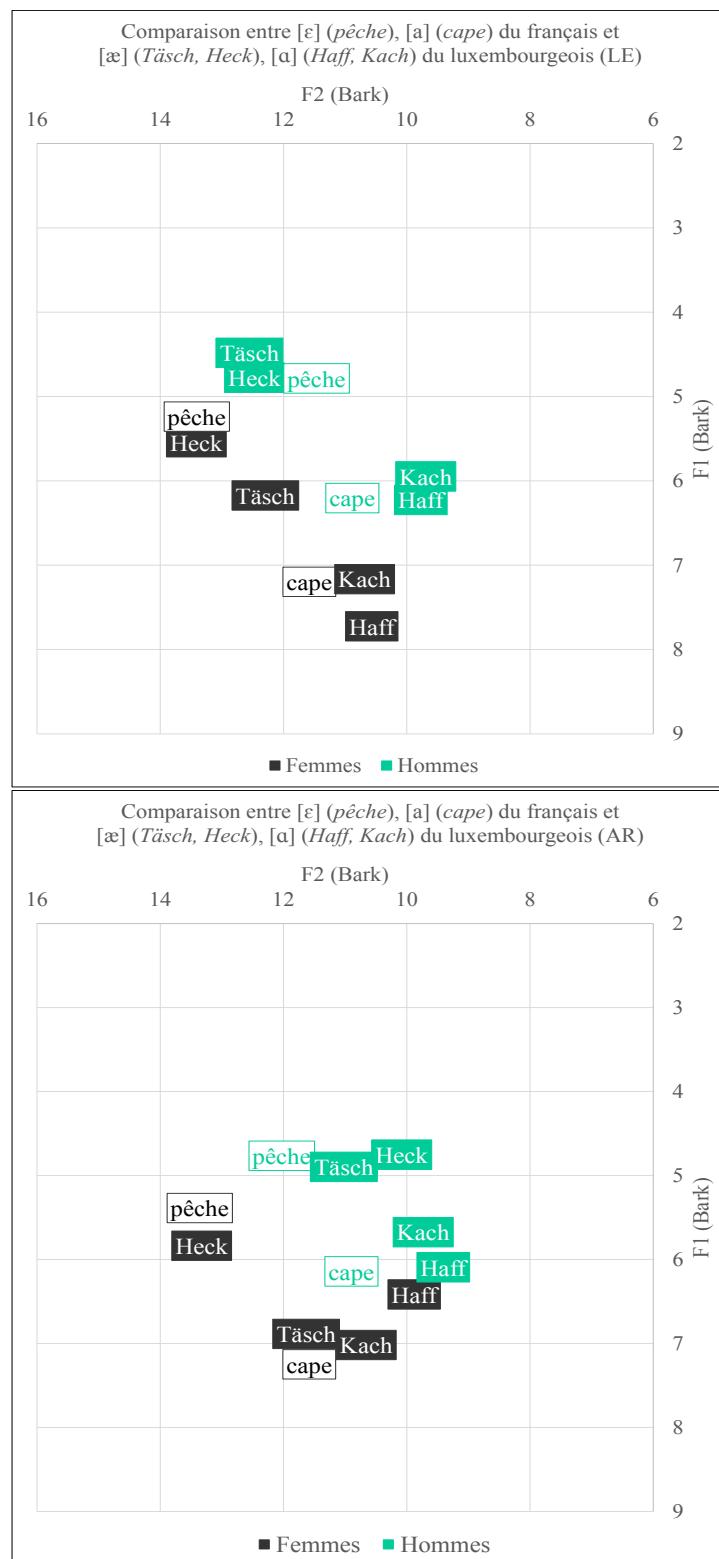


FIGURE 7.11 – La comparaison entre la voyelle [ɛ] (*pêche*) et [æ] (*Heck* « haie », *Täsch* « poche ») ainsi qu'entre la voyelle [a] (*cape*) et [a] (*Haff* « cour », *Kach* « cuisinier »). Les voyelles sont représentées en fonction des moyennes de F1 et F2 (Bark) et des mots dans lesquels elles ont été produites par les femmes (gris foncé) et les hommes (turquoise) francophones. Les exemples français sont encadrés sur fond blanc.

perçue dans la parole native que les hommes.

Pour compléter l'analyse sur les voyelles ouvertes, nous observons les durées moyennes qui peuvent apporter des informations supplémentaires sur les difficultés de production de ces voyelles. Nous avons vu que [a:] et [ɑ] s'opposent peu à travers le timbre dans la parole non native, alors que l'écart entre [a:] et [æ] est plus important. Les durées moyennes, illustrées sur la figure 7.12, appuient ces constatations. En effet, la voyelle longue est en moyenne aussi longue que les voyelles brèves dans la partie LE :

a:	129 ms
æ	130 ms
ɑ	129 ms

Par contre, dans la partie AR, nous observons une réduction de la durée de [ɑ], ce qui l'oppose à [a:], tandis que la durée reste assez élevée pour [æ] :

a:	130 ms
æ	125 ms
ɑ	105 ms

Dans la section 7.2 de ce chapitre, des tests *t* comparant les durées moyennes de [a:] et [ɑ] ont indiqué une différence non significative au niveau des moyennes de la partie LE, mais une différence significative au niveau des moyennes de la partie AR. À l'opposé, les tests indiquent une différence non significative entre les durées moyennes de [a:] et [æ] dans les parties LE ($p = 0,964$) et AR ($p = 0,619$). Les valeurs des tests sont indiquées dans le tableau 10.22 dans le chapitre 10.

En guise de rappel sur la variation de la durée en tant que propriété acoustique, nous ne présentons pas ces résultats sans souligner la variation parmi les locuteurs. Néanmoins, la réduction de la durée de [ɑ] peut s'expliquer à travers une compensation par rapport à la faible opposition entre [a:] et [ɑ]. Il est à noter que cette réduction s'opère pour [ɑ], mais pas pour [æ]. Ce résultat suggère que les locuteurs modifient la durée de [ɑ], alors qu'ils modifient plus le timbre de [æ] dans la partie AR.

L'analyse des voyelles ouvertes dans la parole non native a permis de mettre en évidence les difficultés de production des locuteurs francophones :

- tout d'abord, la voyelle longue [a:] ne représente pas une grande difficulté pour les francophones, le timbre de la voyelle correspondant de près à celui de la voyelle native ;
- ensuite, les voyelles brèves [æ] et [ɑ] représentent une difficulté majeure, fait qui se constate à travers la variation des réalisations.

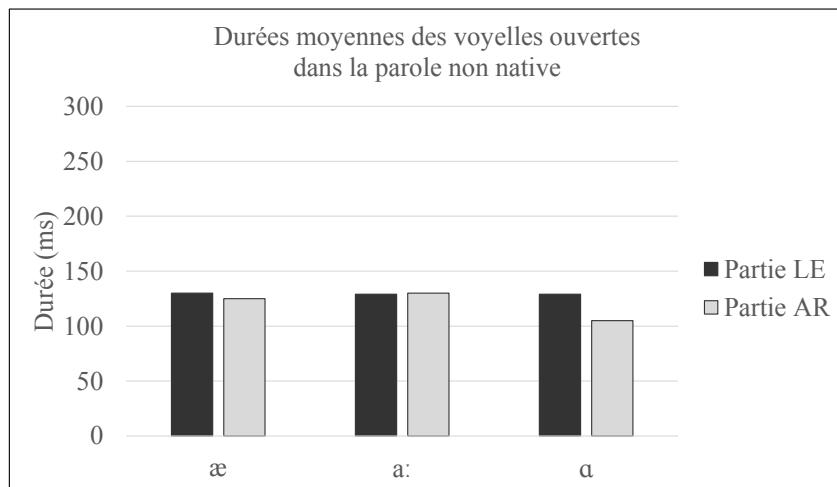


FIGURE 7.12 – Les durées moyennes des voyelles ouvertes des parties LE et AR produites par les locuteurs francophones.

L’opposition des voyelles ouvertes au niveau du timbre se décrit à travers une réalisation de [æ] pour la plupart différente de celle de [a:] et à travers une réalisation de [a] de celle de [a:]. Notre hypothèse peut être validée pour les voyelles [a:] et [a], puisque, en plus de la comparaison entre les natifs et les francophones, nous avons pu constater des cas d’interférence entre la L1 et la L2. L’hypothèse peut être validée pour [æ] dans certains cas uniquement, puisque nous savons qu’un nombre important d’occurrences ont été produites proches d’une voyelle semi-ouverte. Notons quand même que le [a] français est souvent moins périphérique que les voyelles [a:] et [a] du luxembourgeois chez les francophones, ce qui est probablement dû au fait que les mots français ont été produits plus rapidement que les mots luxembourgeois. Ce facteur est également à prendre en compte. Il n’est pas à exclure que certaines productions des voyelles ouvertes en luxembourgeois ont peut-être également été influencées par le débit de parole, notamment dans la partie du corpus qui contenait les paires minimales insérées dans des phrases, ou encore par l’intensité, dans le cas d’une incertitude des locuteurs lors des productions. Néanmoins, nous avons pu mettre en avant les difficultés des francophones à travers nos données et comparer d’une manière correcte les différentes productions vocaliques.

En dehors de ces résultats, nous avons constaté que certains locuteurs ont amélioré leurs productions dans la partie AR, surtout pour la voyelle [a]. Ces résultats indiquent que la perception peut aider les apprenants à percevoir et reproduire les caractéristiques des voyelles natives, mais ne laisse pas contre pas suggérer qu’ils maîtrisent l’opposition entre cette voyelle et [a:] après notre exercice de répétition. Pour confirmer une éventuelle maîtrise de l’opposition entre [a] et [a:] au niveau du timbre, il serait nécessaire de faire un exercice plus approfondi et des enregistrements supplémentaires des voyelles dans des contextes plus variés. Afin également de poser les limites du degré d’opposition de ces trois voyelles ouvertes et d’évaluer la

compréhensibilité des mots produits, des tests de perception pourraient être effectués avec des auditeurs natifs.

7.4 Les diphongues

Après avoir analysé les productions des monophongues dans la parole non native, nous en arrivons aux diphongues. Cette quatrième section porte sur la production de [æi], [æu], [ai], [au], dont le début du timbre correspond à celui d'une voyelle ouverte antérieure [æ], respectivement postérieure [a]. Cette analyse est effectuée non seulement parallèlement à celle des voyelles ouvertes présentée dans la section précédente, puisque des timbres similaires sont analysés, mais elle permet aussi de souligner les tendances de productions du mouvement dynamique des diphongues dans la parole non native. Le but est de répondre à la question : les locuteurs francophones contrastent-ils les débuts des diphongues commençant par une voyelle ouverte au niveau du timbre ? En partant du même principe que celui des voyelles ouvertes, c'est-à-dire une difficulté à distinguer différents timbres ouverts en raison de l'existence d'une seule voyelle ouverte dans la L1, notre hypothèse affirme que les locuteurs francophones ne contrastent pas les débuts des diphongues au niveau du timbre, mais qu'ils produisent le début des diphongues avec le timbre du [a] français. Le schéma figurant en 7.13 permet de visualiser notre hypothèse.

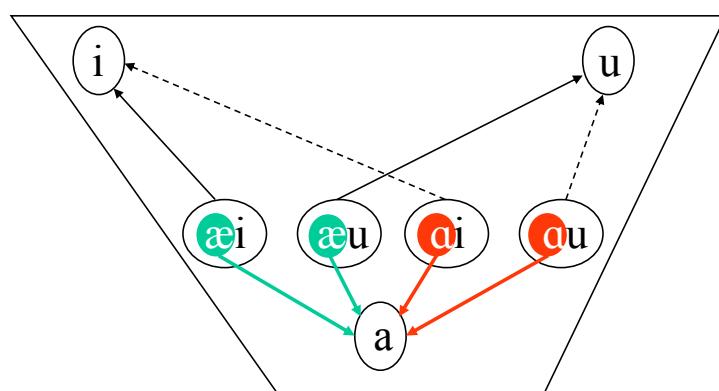


FIGURE 7.13 – Le schéma illustrant l'hypothèse selon laquelle les locuteurs francophones produisent le timbre ouvert des diphongues [æi], [æu], [ai], [au] avec le timbre d'une voyelle ouverte centrale.

L'analyse acoustique du mouvement dynamique des diphongues porte sur 117 occurrences de la partie LE et 129 occurrences de la partie AR. Ces diphongues se trouvent dans des mots monosyllabiques et dissyllabiques avec un contexte consonantique avant et après la voyelle. Comme nous l'avons déjà fait pour l'analyse des diphongues dans la parole native, nous avons extrait à l'aide d'un script les valeurs de F1 et F2 à partir de sept segments équidistants sur un segment de diphongue.

Pour représenter le mouvement dynamique, nous avons illustré cinq mesures sur le triangle vocalique, la première et la dernière mesure ayant été omises afin d'éviter d'inclure les valeurs formantiques aux transitions phonémiques.

La représentation du mouvement dynamique des diphongues permet d'observer les réalisations des voyelles sur l'espace acoustique. En guise d'exemple, nous avons illustré les diphongues de la partie LE. Les diphongues sont représentées sur l'espace acoustique qui inclut les triangles vocaliques formés par les moyennes des monophongues de la partie LE pour chaque locuteur. Sur les figures 7.14 et 7.15 illustrant le mouvement dynamique de la partie LE, nous observons que :

- le début de [æi] est plus ouvert que la moyenne de [æ] ;
- le début de [ai] correspond au timbre de [a:] et de [a] ;
- le début de [æu] est variable, puisqu'il se rapproche soit de [e], [a:] ou [a] ;
- le début de [au] varie entre le timbre d'une voyelle ouverte centrale et celle d'une voyelle plus postérieure, voire d'une voyelle centralisée.

Dans la partie AR, nous constatons une modification du mouvement dynamique des diphongues :

- les débuts de [æi], [æu] et [ai] se situent plus proches de [a:] ;
- les débuts de [æi] et [æu] s'éloignent la plupart du temps de la moyenne de [æ], indiquant un manque d'association du timbre de la diphongue à celui de la monophongue.

Ces constatations, ainsi que la variation de [æi] et [æu] en fonction des locuteurs, renforcent le fait que le timbre [æ] est le plus difficile à produire par les francophones. Le début de [ai] est la plupart du temps associé au timbre de [a:], alors que le début de [au] varie beaucoup plus entre [a:] et un timbre plus postérieur, voire un peu plus centralisé. Quant au timbre final du mouvement dynamique, il montre que les francophones atteignent les cibles des monophongues, suggérant que la phase stable, située au début de la réalisation des diphongues dans la parole native, se retrouve dans beaucoup de cas vers la fin du mouvement dynamique.

La variation au niveau de la production et de la phase stable des diphongues chez les locuteurs francophones incite à dire que les productions s'éloignent des valeurs de référence des diphongues de la parole native. Pour comparer les locuteurs natifs et francophones, nous avons représenté les mouvements dynamiques des quatre diphongues produites dans les mots dissyllabiques *päifen* ['pæifən] « siffler », *sau-fen* ['zæufən] « boire », *weisen* ['vaizən] « montrer » et *Pausen* ['pauzən] « pauses » en contexte isolé sur les figures 7.16 et 7.17. Ceux-ci sont représentés sous forme de moyennes pour les femmes et les hommes natifs et francophones. Les valeurs de F1 et F2 ont été converties préalablement en Bark, pour permettre une analyse des écarts

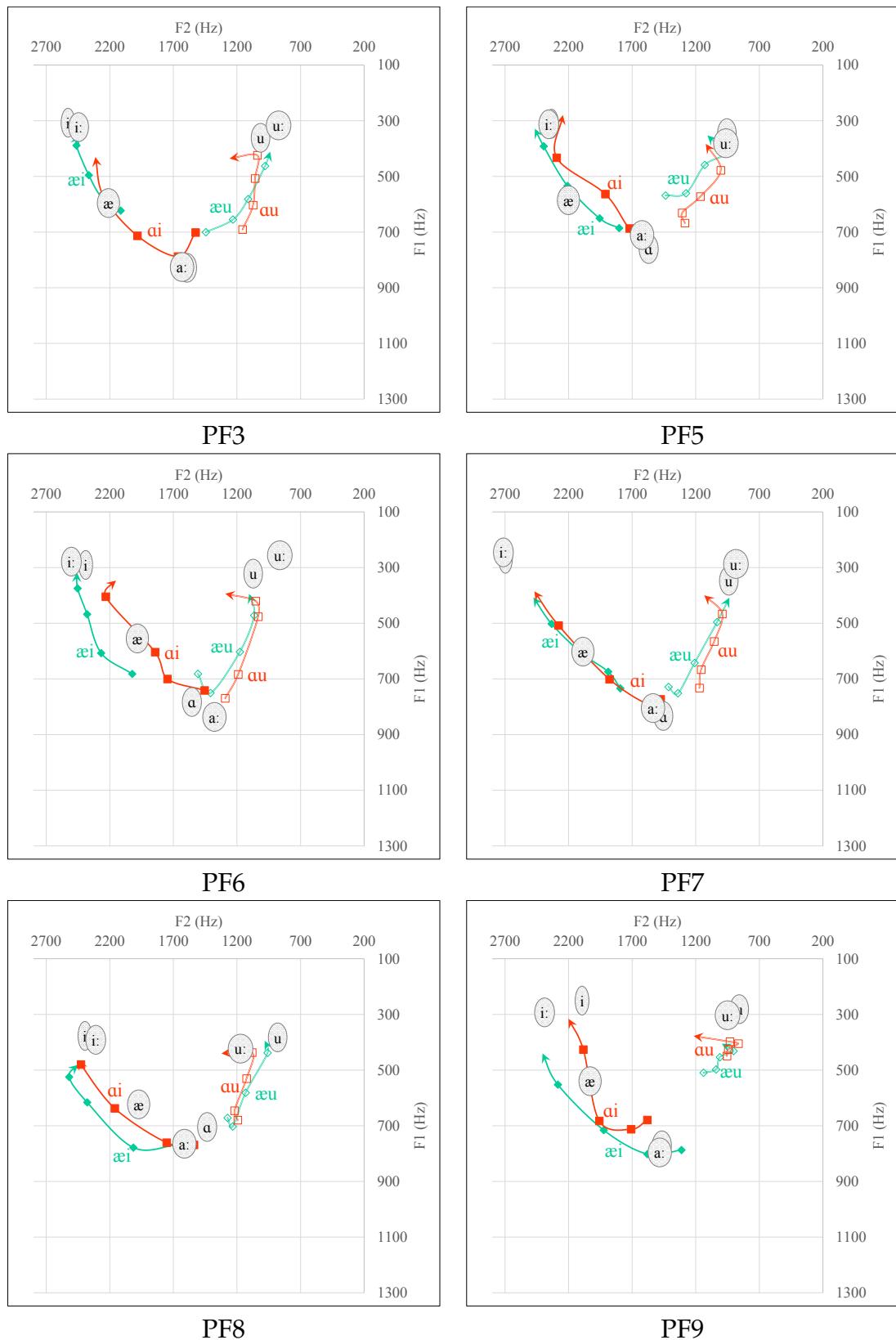


FIGURE 7.14 – Les mouvements dynamiques en fonction de F1 et F2 illustrés à partir de cinq mesures pour les diphthongues [æi], [æu], [ai], [au] produites par les femmes francophones dans la partie LE. La cinquième mesure est représentée par une flèche indiquant la direction du mouvement.

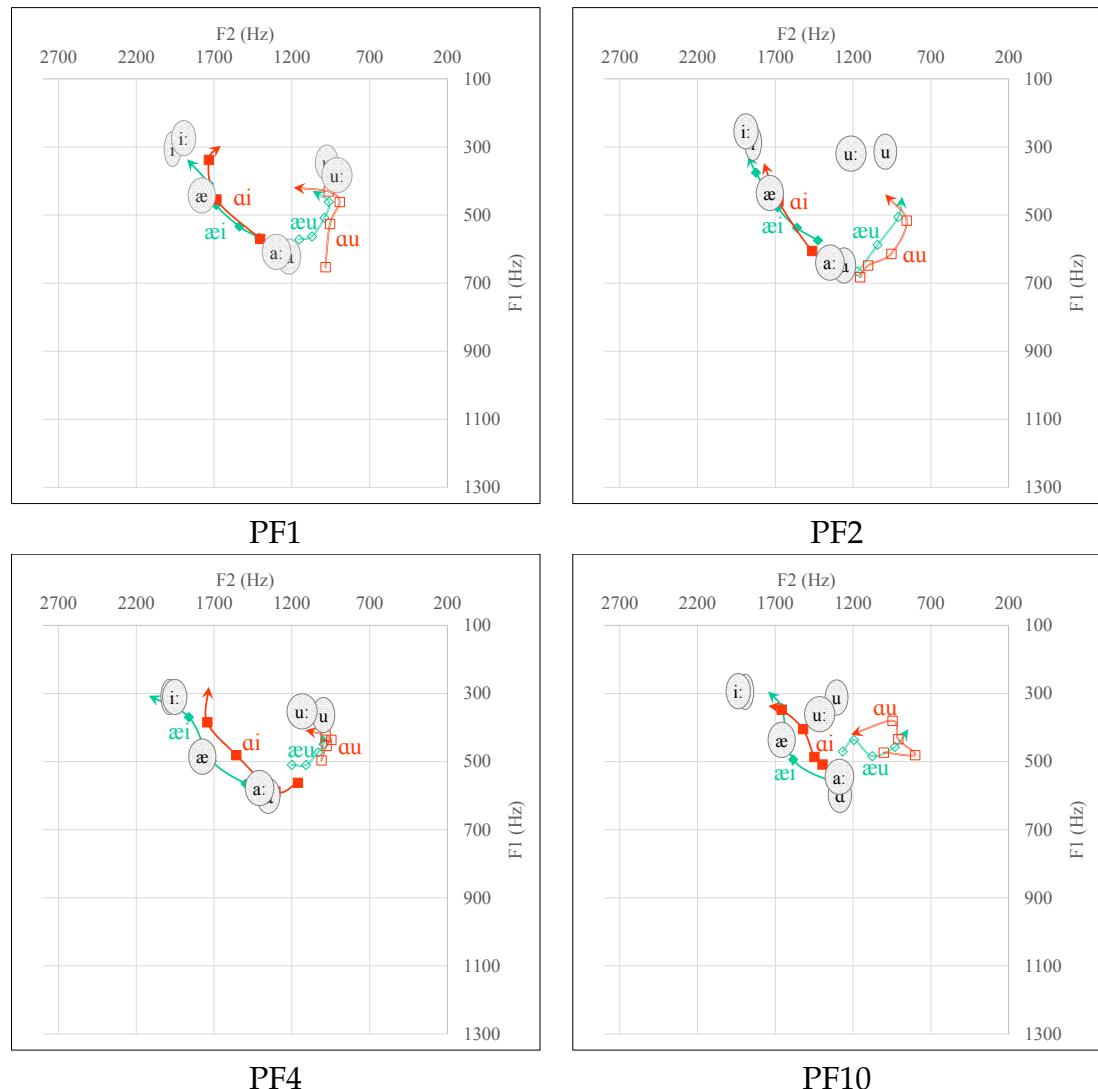


FIGURE 7.15 – Les mouvements dynamiques en fonction de F1 et F2 illustrés à partir de cinq mesures pour les diphongues [æi], [æu], [ai], [au] produites par les hommes francophones dans la partie LE. La cinquième mesure est représentée par une flèche indiquant la direction du mouvement.

entre les réalisations natives et francophones en fonction de la perception. En observant les réalisations de la partie LE, nous constatons que les locuteurs francophones s'écartent des locuteurs natifs au niveau du début des diphongues. Cette constatation est valable surtout pour [ai] dans *weisen*, où nous constatons un début de mouvement dynamique initié dans l'espace acoustique d'une voyelle ouverte centrale et non pas d'une voyelle ouverte postérieure, comme c'est le cas chez les natifs. Chez les femmes francophones, nous remarquons une production plus importante des cibles finales des diphongues. Dans la partie AR, les francophones maintiennent l'écart du début de [ai] par rapport à la moyenne des natifs. Nous pouvons même constater une différence entre les femmes et les hommes : en effet, les femmes francophones sont plus proches des femmes natives, notamment au niveau des diphongues [æi] et [æu], tandis que les hommes francophones s'écartent des hommes natifs. Cette différence peut suggérer une amélioration des productions chez les femmes francophones, probablement due à une meilleure perception dans la partie AR.

En dehors de la comparaison entre les productions natives et non natives, la représentation du mouvement dynamique des diphongues sous forme de moyennes met en évidence les différentes réalisations des quatre diphongues. En effet, nous observons que les diphongues [æi] et [ai] terminent toutes les deux dans un espace acoustique similaire. Sur les graphiques, les points se rejoignent à la fin de leur réalisation. À l'opposé, les diphongues [æu] et [au] aboutissent à des points différents sur l'espace acoustique, [æu] terminant ayant un F2 plus bas vers la fin et [au] un F2 plutôt élevé, ce qui suggère un timbre assez central. Les caractéristiques des diphongues relevées dans la section 6.4 du chapitre 6 se retrouvent ainsi également dans la parole non native, même si nous devons accentuer le fait qu'il y a des différences entre la phase stable des francophones et celle des natifs. Par conséquent, nous pouvons penser que les francophones produisent les diphongues comme une séquence de la voyelle [a] et de la semi-voyelle [j] en français (ex. « caille » [kaj]). Cette supposition invite à une étude comparative entre la L1 et la L2 des francophones, dont l'objectif serait de comparer les productions des diphongues du luxembourgeois et la séquence [aj] du français.

L'analyse acoustique des diphongues a montré les tendances de production dans la parole non native. Nous constatons que les débuts des diphongues commençant avec le timbre [æ] ne se réalisent pas de la même manière. Alors que ce timbre correspond à celui de la monophongue [æ] chez les natifs, nous ne pouvons pas en dire autant pour les francophones, qui produisent un timbre plus ouvert. Les francophones semblent opposer le timbre de la monophongue [æ], la plupart du temps plus fermé que ce qui est attendu, et celui du début de [æi] et [æu]. Le début du timbre de [ai] se trouve la plupart du temps dans l'espace acoustique d'une voyelle ouverte centrale, tandis que celui de [au] est plus postérieur, sans pour autant correspondre à celui des valeurs

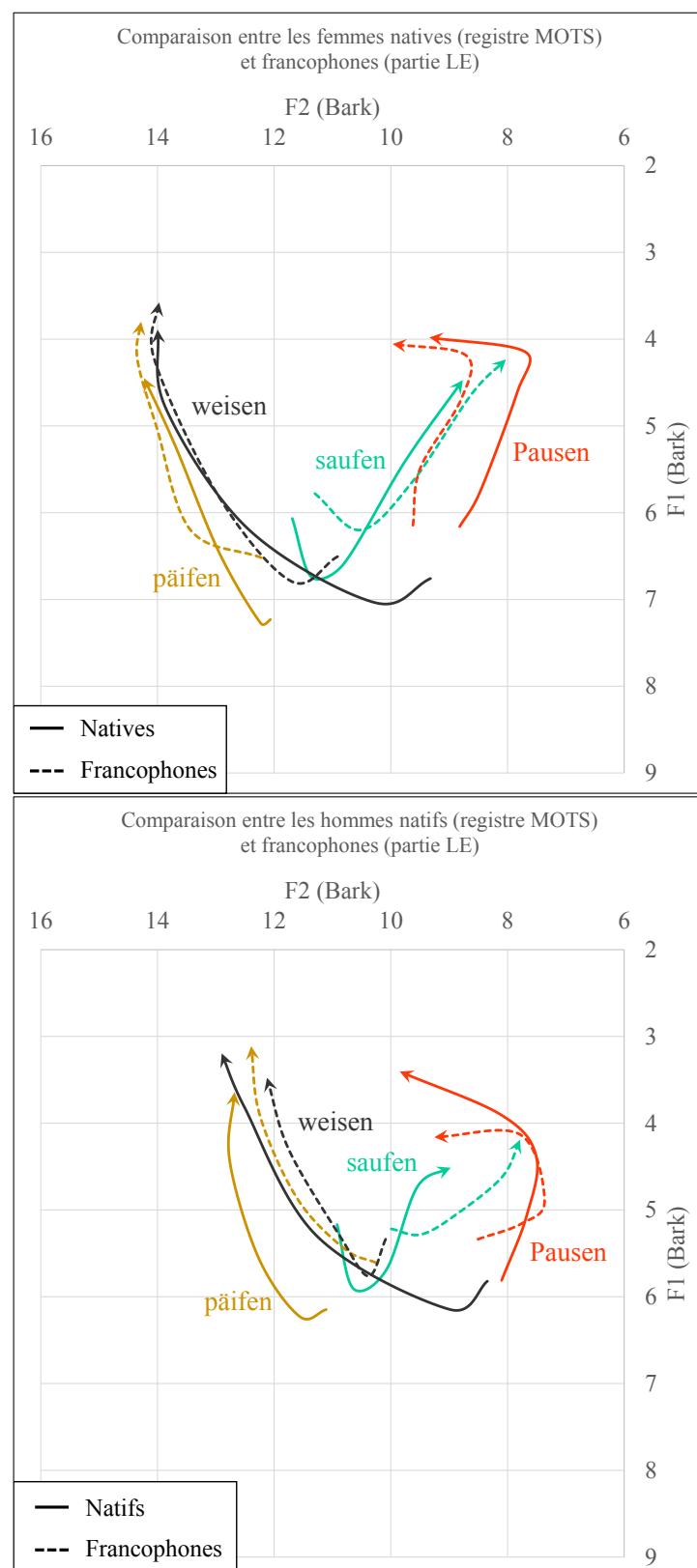


FIGURE 7.16 – Les mouvements dynamiques en fonction de F1 et F2 (Bark) des diphongues [æi], [æu], [ai] et [au] dans les mots *päifen* « siffler », *saufen* « boire », *weisen* « montrer » et *Pausen* « pauses » représentés sous forme de moyennes pour les locuteurs natifs (registre MOTS) et francophones (partie LE).

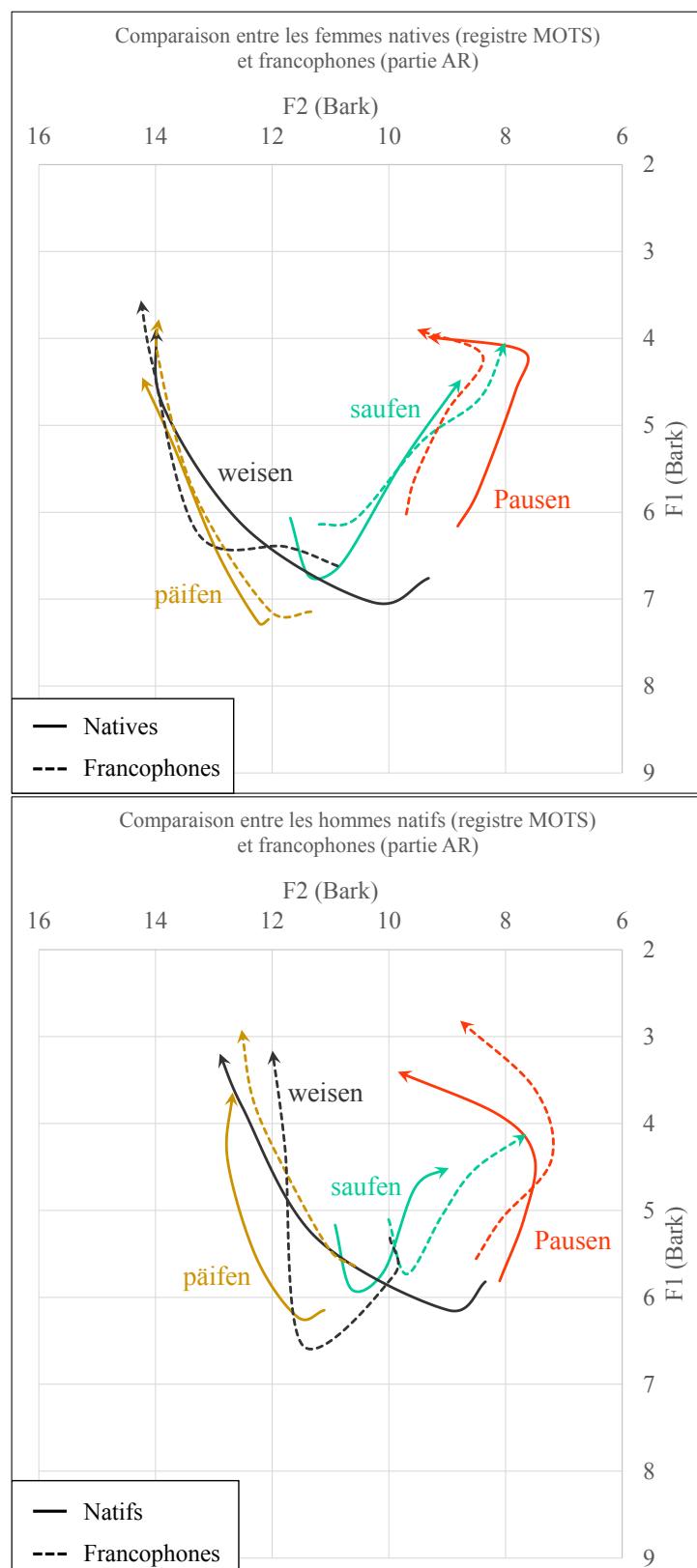


FIGURE 7.17 – Les mouvements dynamiques en fonction de F1 et F2 (Bark) des diph-tongues [æi], [æu], [ai] et [au] dans les mots *päifen* « siffler », *saufen* « boire », *weisen* « montrer » et *Pausen* « pauses » représentés sous forme de moyennes pour les locuteurs natifs (registre MOTS) et francophones (partie AR).

de référence natives. Globalement, nous pouvons confirmer notre hypothèse pour les quatre diphtongues, surtout pour [æi], [æu] et [ai], qui démarrent dans la majorité des cas avec un F1 assez élevé et un F2 plutôt central par rapport à l'espace acoustique. Les résultats sur les productions similaires de ces diphtongues, surtout de [æi] et [a], devraient être confirmés par des tests perceptifs dans des études ultérieures.

Nous avons constaté des différences entre les femmes et les hommes. Des différences ont déjà été relevées dans la section précédente, où nous avons constaté une amélioration des productions chez les femmes dans la partie AR. Cette amélioration peut s'observer également pour les diphtongues. Elle peut s'expliquer par différents facteurs, notamment par une meilleure perception de la production native dans la partie AR ou bien un débit de parole plus lent et plus articulé. Dans tous les cas, des analyses supplémentaires et des expériences incluant des facteurs sociaux pourraient apporter plus d'informations sur les différences que nous avons constatées. En outre, il serait possible de mieux concevoir les productions non natives en analysant le mouvement des organes articulatoires lors de la réalisation des diphtongues.

7.5 Le résumé et la discussion des analyses

Dans ce chapitre, nous avons présenté différentes analyses des productions non natives des voyelles du luxembourgeois. Dans un premier temps, nous avons relevé les erreurs de prononciation des voyelles produites dans les mots des parties LE (LECTURE) et AR (AUDIO-RÉPÉTITION) et listé les types d'erreurs les plus fréquemment rencontrées. Dans un deuxième temps, nous avons effectué trois analyses acoustiques comparant les productions des locuteurs francophones à celles des locuteurs natifs sur les catégories suivantes :

1. les voyelles longues et brèves,
2. les voyelles ouvertes,
3. les diphtongues commençant par le timbre d'une voyelle ouverte.

Dans un troisième temps, nous avons comparé les productions des voyelles [ɛ] et [a] du français aux trois voyelles ouvertes du luxembourgeois, afin d'examiner l'interférence entre les voyelles de la L1 et de la L2.

Nous avons obtenu des résultats sur des données d'un registre de parole contrôlée. En effet, les voyelles se trouvaient dans des mots en contexte isolé et dans des phrases. Elles ont été produites une première fois (partie LE), puis répétées après écoute d'une production par une locutrice native (partie AR). Nous avons constaté des différences entre la première partie et la deuxième partie, ce qui suppose l'influence de la per-

ception. Certains locuteurs ont amélioré leur production dans la deuxième partie, ce qui suggère prouve qu'ils aient perçu certaines caractéristiques des voyelles en les écoutant préalablement. Cependant, nous ne pouvons pas confirmer que la perception ait joué un rôle pour l'apprentissage de ces caractéristiques, puisque chaque répétition a suivie directement l'écoute de chaque séquence (soit un mot, soit une phrase). Pour observer l'acquisition des voyelles, il serait nécessaire de faire des expériences différentes, en intégrant une phase d'apprentissage, dans laquelle les caractéristiques des voyelles sont mieux mises en avant, notamment à travers des répétitions espacées d'oppositions entre voyelles (ex. opposition entre voyelles longues et brèves dans des paires minimales rapprochées). Des tests de perception pourraient être intégrés avant et après les exercices pour vérifier la capacité des francophones à discriminer des paires de voyelles. Il est toutefois à noter que le contexte des voyelles joue un rôle au niveau de leur réalisation, notamment un registre de parole contrôlée : l'enregistrement de ce type de registre peut dénaturer la parole et la communication. Cette méthode situe le participant dans un contexte plutôt scolaire. En revanche, elle permet d'analyser des cas précis de productions. Le contexte scolaire peut, dans ce cas, placer le participant dans un environnement qu'il associe à la pratique de la langue, s'il passe la plupart de son apprentissage dans le cadre d'un cours. Notre méthode d'enregistrement s'avère donc efficace pour obtenir des données valables, puisque tous les participants suivaient ou avaient suivi des cours de langue luxembourgeoise.

Les analyses acoustiques ont permis de mettre en évidence les difficultés des apprenants lors de l'apprentissage du luxembourgeois. Les tendances majeures qui se dégagent de ces analyses sont les suivantes :

- L'opposition entre les voyelles longues et brèves était en moyenne effectuée plus pour certaines paires de voyelles que pour d'autres : elle est plus importante pour les voyelles longues et brèves fermées et semi-fermées antérieures que pour les voyelles longues et brèves postérieures. Ces résultats confirment ceux de Zimmerer & Trouvain (2015b) sur les difficultés de production de la durée des voyelles longues et brèves en allemand, notamment des voyelles postérieures.
- Les analyses des voyelles ouvertes ont montré des difficultés à opposer entre la voyelle longue [a:] et les deux voyelles brèves [æ] et [ɑ] au niveau du timbre, ce qui rejoint les résultats de Krzonowski *et al.* (2016) sur les difficultés de locuteurs francophones à reproduire les voyelles ouvertes de l'anglais.
- Finalement, les analyses sur les diphongues montrent la variation du timbre [æ] et [ɑ] au début des quatre diphongues commençant par le timbre d'une voyelle ouverte. Il semble que la phase stable des diphongues se situe à la fin de leur mouvement dynamique dans la parole non native, alors que nous avons constaté le contraire pour les productions natives.

Dans la première section de ce chapitre, nous avons vu que des locuteurs ont fait plus d'erreurs de prononciation que d'autres. Parallèlement, nous avons constaté que les locuteurs qui ont produit plus d'erreurs montraient plus de difficulté à opposer entre les voyelles longues et brèves au niveau de la durée, alors que nous avons constaté l'inverse pour les autres locuteurs. Cette constatation est aussi valable pour les diphthongues, dont les productions varient en fonction des locuteurs. Il est plus difficile d'évaluer séparément les productions des voyelles ouvertes : en général, les locuteurs ont tous produit un écart trop élevé entre [a:] et [æ] et un écart trop réduit entre [a:] et [ɑ] par rapport aux valeurs de référence natives. Malgré une réduction de l'écart pour la paire [a:]-[æ] dans la partie AR, les résultats suggèrent une difficulté à produire une opposition entre ces deux voyelles. De même, l'écart n'a pas augmenté d'une manière significative pour la paire [a:]-[ɑ]. En somme, en dehors des différences que nous avons soulevées, nous pensons qu'il serait judicieux de faire des tests de perception, notamment avec les voyelles ouvertes et les diphthongues, pour évaluer plus précisément le niveau de luxembourgeois des locuteurs francophones.

Dans une perspective plus large, les résultats appuient les hypothèses H2 et H5 du *Speech Learning Model* (Flege, 1995), décrites dans la section 3.2.2 du chapitre 3. Les difficultés des locuteurs francophones peuvent par exemple être expliquées à travers l'hypothèse de classification d'équivalence, où le locuteur intègre dans une même catégorie un son de la L2 qui partage, selon sa perception auditive, des caractéristiques similaires à un son de la L1. Lors de nos analyses, nous avons vu que les voyelles ouvertes [a:] et [ɑ] sont produites avec des caractéristiques similaires au [a] français, ce qui suppose l'intégration de ces deux voyelles à la catégorie de voyelle établie de la L1. Dans la mesure où l'on peut distinguer deux types de catégorie lors de l'apprentissage d'une langue étrangère, à savoir une catégorie de sons similaires et une catégorie de sons nouveaux (Flege, 1987), ces deux voyelles peuvent être considérées comme des sons similaires, puisqu'elles partagent des caractéristiques similaires avec [a]. Il en est de même pour [æ], qui est confondu avec [ɛ], respectivement avec [a]. Par contre, la variation de la réalisation de [æ] laisse penser que les locuteurs essayent de produire les caractéristiques de cette voyelle, mais que celles-ci sont trop proches des deux voyelles françaises pour être correctement discernées. De même, lorsqu'il y a perception de [ɑ], certains locuteurs produisent cette voyelle avec un timbre plus postérieur, ce qui peut suggérer la création d'une nouvelle catégorie. Il faudrait par contre faire des expériences plus poussées pour connaître le degré de facilité à créer une nouvelle catégorie pour cette voyelle par les locuteurs francophones. En comparaison, il serait possible de voir dans quelle mesure les francophones peuvent créer une nouvelle catégorie pour la voyelle [æ]. Notre hypothèse serait alors que les locuteurs francophones créent plus rapidement une nouvelle catégorie pour [ɑ] que pour [æ]. En référant au *Perceptual Assimilation Model* (PAM) de Best & Tyler (2007), nous pourrions penser que les voyelles [a:] et [ɑ] sont assimilées à la voyelle [a] du français.

Comme ce modèle se réfère uniquement à la perception des sons, nous ne pouvons pas pousser plus loin l'interprétation de nos données en rapport avec ce modèle. Cependant, en référant à l'étude de Best *et al.* (2003), qui démontre l'intérêt d'effectuer des tests de discrimination de deux catégories de voyelles d'une L2 par des auditeurs ayant une L1 différentes, nous pouvons dire que des tests de discrimination entre les voyelles [a:] et [a] en luxembourgeois permettraient de clarifier ces suppositions.

Chapitre 8

Les perspectives d'études du luxembourgeois

Notre thèse, inscrit dans le cadre de la phonétique acoustique du luxembourgeois, examine les productions des voyelles suivant trois volets :

1. une étude de la phonétique des voyelles du luxembourgeois, qui inclut la considération de la variation, mais aussi des caractéristiques permettant de décrire les phénomènes typiques de la langue ;
2. l'apprentissage des voyelles du luxembourgeois par des locuteurs francophones, qui rend compte des difficultés de locuteurs non natifs ;
3. l'enseignement du luxembourgeois en tant que langue étrangère, qui implique la considération de la fonction de la langue dans la société luxembourgeoise au Grand-Duché de Luxembourg.

Ce chapitre propose une discussion de ces trois volets en passant par une interprétation des résultats obtenus dans les deux chapitres précédents. Il suggère, entre autres, des perspectives pour d'autres études scientifiques et l'amélioration de l'enseignement du luxembourgeois en tant que langue étrangère.

8.1 La phonétique du luxembourgeois

Le premier objectif de cette étude était d'étendre les descriptions phonétiques des voyelles proposées dans la littérature (Keiser-Besch, 1976; Gilles & Trouvain, 2013; Nishide, 2014). Ces descriptions ont été menées à partir de données sur les voyelles produites dans la parole lue par dix locuteurs natifs. Les données ont été extraites de 2h25 de parole lue native du luxembourgeois qui contenait 920 mots en contexte isolé et 4160 mots dans des textes. Au total, 974 occurrences en contexte isolé et 5877 occurrences dans des textes ont été analysées pour la parole native. L'analyse a porté uni-

quement sur les voyelles natives du luxembourgeois et non les voyelles d'emprunts. Les descriptions ont été faites pour cinq catégories de voyelles :

1. les voyelles longues et brèves,
2. les voyelles ouvertes,
3. les voyelles centrales,
4. les diphongues,
5. la voyelle antérieure semi-ouverte.

Les analyses de ces cinq catégories sur nos données ont permis d'approfondir les descriptions sur les propriétés acoustiques des voyelles dans la parole native. En résumé et suite à la validation, respectivement au rejet des hypothèses, nous pouvons lister les informations suivantes :

- les voyelles longues et brèves se distinguent tant par le timbre que par la durée ;
- la voyelle ouverte longue [a:] a un timbre plus proche de [æ] que de [ɑ] et s'identifie à travers une durée plus importante que [æ] et [ɑ] ;
- les voyelles centrales tonique [ë] et atone [ə] s'opposent peu au niveau du timbre et de la durée dans la parole, notamment la parole fluide comme la lecture de textes ;
- les diphongues [iə], [əi], [uə], [əu] ont une phase stable à la fin de leur réalisation, tandis que cette phase se situe au début de la réalisation des diphongues [æi], [æu], [ai], [au] ;
- la voyelle antérieure semi-ouverte [ɛ:] produite avant /*b*/ tend à se diphonguer en luxembourgeois en raison de la vocalisation de la consonne qui suit.

Les réponses aux questions portant sur les cinq catégories de voyelles ont permis d'élucider des aspects manquants sur les descriptions acoustiques des voyelles. Elles permettent non seulement d'appuyer les caractéristiques décrites dans la littérature, notamment le timbre et la durée des voyelles ouvertes [a:], [æ], [ɑ], mais aussi d'illustrer certains comportements absents dans les représentations schématiques, comme dans le cas du mouvement dynamique des diphongues. L'analyse de la voyelle antérieure semi-ouverte [ɛ:] a particulièrement mis en évidence le mouvement dynamique de la voyelle. Les voyelles longues et brèves se distinguent par un double trait d'opposition incluant non seulement la durée, mais aussi le timbre. Ces informations permettent de mettre en place de valeurs de référence pour le luxembourgeois, non seulement pour la comparaison entre les productions natives et non natives de la langue, mais aussi pour définir les caractéristiques des voyelles de la variété régionale située autour de la capitale du Grand-Duché de Luxembourg. Le travail de terrain a encouragé une étude comparative dans une approche synchronique, puisque les données ont été obtenues pendant une courte période de temps. Dans une perspective de

développement de la recherche phonétique, les analyses acoustiques apportent des descriptions utiles pour comprendre non seulement le fonctionnement de la parole, mais aussi l'état, l'évolution et la fonction du luxembourgeois dans la société.

En considérant d'une manière plus globale la recherche sur le luxembourgeois, où la variation, alimentée par les variétés régionales, le contact entre les langues ainsi que l'absence d'une norme favorisée par un enseignement suivi de la langue, est mise en avant, il est possible d'accroître les descriptions en étudiant les productions vocaliques d'autres variétés, afin d'augmenter la liste des variantes phonétiques et de comparer les propriétés acoustiques qui définissent les voyelles d'une variété et celles d'autres parlers. De plus, nous accentuons la nécessité d'investiguer les voyelles d'emprunts qui font également partie de l'inventaire vocalique du luxembourgeois. En ce sens, il serait possible d'enrichir les informations sur l'inventaire vocalique, afin de mettre en place un système vocalique systématique pour le luxembourgeois.

Dans le cadre de la phonétique, nous devons souligner l'importance d'autres méthodologies pour appuyer les résultats d'une étude. Ainsi, la perception et l'articulation mettent en évidence d'autres enjeux de la parole, soutiennent des points de vue affirmés ou relativisent les résultats d'une étude acoustique. En étudiant le /i:/ du suédois, Schötz *et al.* (2011) montrent que l'étude de l'articulation peut apporter des informations sur la manière dont sont produites les voyelles dans différentes variétés d'une langue. En relation avec notre étude, nous pouvons par exemple remarquer la notion de voyelles ouvertes, que nous avons utilisée pour définir les voyelles [a:], [æ] et [ɑ] du luxembourgeois. Or, en utilisant cette expression, nous nous situons, d'un point de vue terminologique, dans le domaine de l'articulation, puisqu'elle incite à dire que ces voyelles sont produites par une ouverture de la mandibule. Néanmoins, les voyelles se définissent par des corrélats acoustiques, où le jeu des organes articulatoires entre en vigueur, c'est-à-dire qu'une voyelle peut être produite et perçue malgré une configuration du conduit vocal légèrement variable. Ainsi, en faisant référence aux travaux de Lindblom & Sundberg (1971), le mouvement de la langue peut être déterminant pour la perception d'une voyelle ouverte, suggérant que l'ouverture totale de la mandibule n'est pas forcément nécessaire, si les autres organes se trouvent dans une configuration qui permettent de percevoir la voyelle.

En dehors des perspectives d'enrichissement analytique, nous proposons une extension du corpus que nous avons créé pour notre étude. Une partie importante du travail empirique de cette thèse a consisté à rassembler des données au moyen d'enregistrements de dix locuteurs d'une région du Grand-Duché de Luxembourg. Le corpus de parole native, que nous avons intitulé Lëtz-Co (Lëtzebuergesch Corpus), se compose de cinq heures d'enregistrements (environ deux heures trente une fois segmenté) et contient trois registres de parole : des mots lus en contexte isolé, des textes lus et de la parole spontanée. Ce corpus permet d'investiguer différents phénomènes

de la parole, comme par exemple la fréquence d'utilisation d'emprunts allemands et français ou encore la production d'emprunts français en luxembourgeois par des locuteurs francophones, et constitue un apport important pour les ressources sur le luxembourgeois. En ce sens, il peut se prêter également à des études linguistiques, sociophonétiques ou encore dialectologiques.

8.2 L'apprentissage des voyelles par des locuteurs francophones

Le deuxième objectif de la thèse a consisté à relever les caractéristiques des productions non natives des voyelles. Les voyelles provenaient de 900 mots produits dans la parole lue par dix locuteurs francophones et qui se compose de 2h00 de parole du corpus non native du luxembourgeois. Les analyses acoustiques ont porté sur 647 occurrences produites dans une première partie incluant la lecture et 660 occurrences produites dans une deuxième partie incluant la lecture après écoute. L'analyse comparative entre les productions natives et non natives a porté sur trois traits distinctifs des voyelles dans l'inventaire vocalique du luxembourgeois :

1. la durée entre les voyelles longues [i:], [e:], [a:], [o:], [u:] et brèves [i], [e], [a], [ɔ], [u],
2. le timbre des trois voyelles ouvertes [a:], [æ], [ɑ],
3. le mouvement dynamique des diphongues [æi], [æu], [ai], [au].

Ces trois analyses ont apporté les résultats suivants :

- les locuteurs francophones ont des difficultés à opposer les voyelles longues et brèves au niveau de la durée, surtout les voyelles ouvertes [a:]-[ɑ] et postérieures semi-ouvertes [o:]-[ɔ] ;
- les voyelles ouvertes [a:] et [ɑ] sont produites avec un timbre similaire, tandis que celui de [æ] varie de [ɛ] à [ɑ] ;
- le début des diphongues [æi], [æu] et [ai] a tendance à être produit avec le timbre de [a], tandis que celui de [au] est produit avec un timbre plus centralisé.

Ces analyses ont permis de voir si certaines caractéristiques acoustiques des voyelles étaient produites ou non par les locuteurs francophones. En outre, le timbre proche des diphongues [æi] et [ai] appelle à des études ultérieures, afin de valider les résultats obtenus dans cette étude par des tests perceptifs. Globalement, les résultats ont montré :

- une variation de la durée des voyelles longues et brèves, du timbre de [æ] et du début du timbre des diphongues ;
- des écarts entre les productions natives et non natives, surtout au niveau de la durée des paires [a:]-[a] et [o:]-[ɔ], du timbre de [æ] et de [a], ainsi que de la phase stable des diphongues ;
- une interférence entre la L1 et L2 pour le timbre des voyelles ouvertes, dont la plupart ont produites avec les traits des voyelles natives [ɛ] et [a] du français.

Ces constatations ont permis de renvoyer au modèle *SLM* de Flege (1987), en considérant les voyelles [æ] et [a] du luxembourgeois comme des sons similaires par rapport au [a] du français pour les locuteurs francophones. En dehors des moyennes obtenues pour les productions des voyelles des trois catégories, nous avons constaté que les francophones ne produisent pas d'une manière systématique les traits distinctifs des voyelles dans la L2. Certaines productions non natives se rapprochent plus des productions natives que d'autres. Ces différences empêchent à priori une généralisation des productions non natives, puisque plusieurs facteurs peuvent engendrer la variation dans la parole, comme nous l'avons vu dans le chapitre 3. Néanmoins, ces résultats démontrent une difficulté des francophones à acquérir les traits distinctifs des voyelles de la L2 que l'on ne retrouve pas dans la L1. Cette difficulté peut notamment être causée par un manque de connaissance des traits d'opposition et de leur sens dans la L2. Des expériences ultérieures, dont des tests de perception, permettraient d'élucider les questions sur les productions des francophones.

À côté de la création du corpus Lëtz-Co, une partie du travail empirique a consisté à récolter des données sur la parole non native du luxembourgeois à travers des enregistrements de locuteurs francophones en niveau B1/B2 de luxembourgeois. Le corpus de parole non native du luxembourgeois, que nous avons appelé Lëfl-Co (Lëtzebuergesch for French Learners Corpus), contient trois registres de parole (mots lus en contexte isolé, textes lus, parole spontanée) en luxembourgeois, ainsi que des mots français lus en contexte isolé et de la parole spontanée en français. Ce corpus représente un premier corpus de parole non native du luxembourgeois qui permet en outre de comparer des données de la L1 et de la L2. Il constitue ainsi un apport important pour les ressources sur la parole du luxembourgeois, puisqu'il peut servir non seulement à des travaux en acquisition et en didactique des langues, mais aussi par exemple pour le traitement automatique de la parole non native.

8.3 L'enseignement du luxembourgeois en tant que langue étrangère

Le troisième objectif de notre étude consiste à interpréter les résultats en rapport avec l'enseignement du luxembourgeois en tant que langue étrangère (LLE). Certes, notre étude se veut principalement descriptive et, en ce sens, elle ne propose pas de nouvelles méthodes d'apprentissage d'une langue. Les travaux en didactique se prêtent mieux à cette application. Par contre, elle apporte des informations qui peuvent contribuer à résoudre des problèmes rencontrés dans le cadre des formations et des cours de langue luxembourgeoise proposés aux adultes. Nous pouvons ainsi proposer plusieurs perspectives pour l'apprentissage du luxembourgeois.

Les résultats de notre étude acoustique suggèrent que des apprenants francophones en niveau B1/B2 ont des difficultés à produire les caractéristiques des voyelles du luxembourgeois. Nous pouvons penser que les locuteurs francophones sont sourds aux subtilités des traits vocaliques, notamment celles des trois voyelles ouvertes [æ], [a:], [ɑ], cause qui expliquerait l'écart entre les productions natives et non natives ainsi que l'interférence entre la L1 et la L2. En effet, comme les contrastes étudiés n'existent pas en français, nous pouvons penser qu'ils réfèrent aux traits du français pour produire les voyelles du luxembourgeois. D'un point de vue sémiotique, les contrastes vocaliques, pour qu'ils soient acquis par un apprenant, doivent être enseignés avec leur sens dans la langue. Le signe en tant qu'onde acoustique émise dans la communication parlée peut avoir des caractéristiques variables, tant qu'il garde son sens dans la parole. La compréhensibilité du signe émis par la parole du à l'oreille de l'auditeur dépend de la manière dont le locuteur catégorise le signe dans son répertoire linguistique. Le signe « renvoie donc à un découpage préalable, à une organisation du monde en unités et en catégories » (Klinkenberg, 1996, p. 42). Si les catégories du locuteur non natif ne correspondent pas à celles du locuteur natif, il peut y avoir une difficulté de compréhension, voire une incompréhension dans la conversation.

Les différences de productions que nous avons constatées peuvent être dues aux méthodes d'apprentissage du LLE. Dans ce contexte, nous pouvons développer les réflexions suivantes :

- D'abord, il est nécessaire de se demander si les difficultés des apprenants sont liées à un manque de performance ou de compétence, comme nous l'avons soulevé dans le chapitre 7. Dans le premier cas, les apprenants étudient les contrastes de la langue et ne les reproduisent pas. Dans le deuxième cas, ils n'en sont pas conscients. Nous considérons donc la prise de conscience des traits d'opposition comme une étape importante de l'apprentissage d'une langue.
- Ensuite, nous devons nous interroger sur le niveau des apprenants franco-

phones. Les participants de notre étude étaient en niveau intermédiaire, c'est-à-dire en niveau B1/B2 de luxembourgeois, ce qui suppose une certaine capacité à pratiquer la langue. Nos résultats ont montré une variation importante des productions, certains locuteurs parvenant mieux que d'autres à contraster les voyelles. En dehors des facteurs qui peuvent influencer les productions non natives d'une langue, comme nous l'avons expliqué dans la section 3.2.3 du chapitre 3, nous pouvons nous demander si l'apprentissage du niveau phonétique est assez poussé dans l'enseignement du LLE.

- Puis, nos résultats suggèrent que les apprenants francophones puissent avoir des difficultés à distinguer perceptivement parmi les voyelles contrastives du luxembourgeois. Connaître les caractéristiques du luxembourgeois ainsi que celles qui posent problèmes aux apprenants contribue à améliorer les méthodes d'enseignement et à intégrer des entraînements en perception et en production basés sur des exercices d'écoute et de répétition. Ce type d'entraînement, tel qu'il est décrit et appliqué dans l'étude de Saloranta *et al.* (2015) sur l'apprentissage des voyelles du suédois par des locuteurs finnois, met en évidence non seulement l'importance de connaître les traits d'opposition du système vocalique de la langue apprise en comparaison aux traits dans la langue maternelle, mais aussi le rôle efficace de l'enseignement lorsqu'il met en avant les subtilités de la langue étrangère. À travers notre méthode d'enregistrement, nous avons pu valider l'avantage de la production répétée après écoute. Même si elle ne permet pas d'observer un apprentissage des traits des voyelles à long terme, puisque les répétitions étaient effectuées juste après l'écoute d'une locutrice native en un seul exercice, elles montrent que cet exercice d'écoute, qui requiert de la concentration de la part des apprenants, peut aider à acquérir les caractéristiques des voyelles. Néanmoins, de tels exercices requièrent des méthodes favorables à l'apprentissage, car la perception n'a pas toujours une influence sur la production (Peperkamp & Bouchon, 2011). En encourageant des études ultérieures à s'intéresser à la question de la perception des voyelles pour appuyer nos résultats, nous pourrions suggérer des exercices de perception durant les cours qui seraient couplés d'exercices de production afin d'améliorer la prononciation des apprenants.
- Finalement, nous revenons au fait que le luxembourgeois est une langue constituée de nombreuses variétés régionales étendues sur une petite surface géographique, ce qui crée des chevauchements entre les variétés lexicales et phonétiques. Le fonctionnement du multilinguisme au Grand-Duché de Luxembourg, qui place au rang de l'enseignement scolaire le français et l'allemand, favorise l'intégration d'emprunts dans la langue et développe encore plus la variation. L'utilisation du luxembourgeois au quotidien par les luxembourgeois témoigne également de l'importance de la langue et sa fonction en tant qu'identité nationale. Des cas de variation, comme nous l'avons constaté par

exemple pour les diphtongues [æu] et [au], en distribution complémentaire dans des mots comme *Haus*, peuvent désorienter des apprenants habitués à un enseignement classique qui se base principalement sur l'écrit pour l'apprentissage d'une langue. Cet aspect de l'apprentissage d'une langue fondée sur l'écriture et l'orthographe est problématisé par ?. Cette étude décrit les avantages d'associer la graphie de la L2, encore non acquise, à celle de la L1, déjà acquise, chez des enfants germanophones qui apprennent le français. Comme les apprenants sont alors confrontés aux contrastes de la L2, ils établissent un lien entre les traits de la L1 et de la L2, ce qui facilite l'apprentissage des contrastes dans la L2. La variation du luxembourgeois, caractéristique fondamentale de la langue, est difficilement accessible aux apprenants. Une séparation de l'oral et de l'écrit pourrait favoriser l'apprentissage non seulement des contrastes dans la langue, mais aussi sur les variantes lexicales et phonétiques, puisque les apprenants se concentreraient alors surtout sur la prononciations et non plus sur les règles d'orthographe qui peuvent porter à confusion. Dans ce sens, les enseignants pourraient mettre en avant l'apprentissage des contrastes.

Les réflexions présentées ci-dessus peuvent contribuer à l'amélioration de l'enseignement du LLE.

En conclusion, l'enseignement des caractéristiques du luxembourgeois à des apprenants non natifs requiert une prise de conscience des traits de la langue ainsi que des différences entre la langue maternelle des apprenants et la langue étrangère apprise. En ayant obtenu des résultats informatifs sur les productions d'apprenants francophones, nous pouvons nous demander comment le luxembourgeois est produit par des locuteurs ayant une autre langue maternelle que le français et s'il rencontrent les mêmes, voire d'autres difficultés en production. Notre thèse offre ainsi des perspectives d'études de l'enseignement du LLE dans le but de développer un apprentissage plus poussé de l'oral et du niveau phonétique du luxembourgeois.

Chapitre 9

Conclusion

Dans cette thèse, nous avons cherché à décrire les propriétés acoustiques des voyelles du luxembourgeois dans une approche comparative construite autour de trois objectifs :

1. étendre les études phonétiques sur une variété parlée du luxembourgeois,
2. relever les particularités des productions vocaliques de locuteurs francophones,
3. interpréter les résultats dans le contexte de l'apprentissage du luxembourgeois en tant que langue étrangère (LLE).

Nous avons pu d'atteindre ces objectifs à travers les analyses acoustiques sur les voyelles et la création d'un corpus de parole native et non native. La constitution de ce corpus a représenté un travail important de l'étude empirique, car nous avons récolté des données de différents registres de parole (parole et lire et spontanée) pour 10 locuteurs natifs et 10 locuteurs francophones. La mise en place du matériel de parole a également requis du temps et de la réflexion pour obtenir les données souhaitées : par exemple, pour l'enregistrement des locuteurs francophones, les paires minimales ont été incluses dans des phrases et non pas présentées en contexte isolé, afin que les participants ne soient pas déstabilisés par les graphies différentes ou similaires, comme dans le cas de la paire minimale *haut* [haut] « aujourd'hui » et *Haut* [hœut] « peau ». Afin de mener notre étude, nous avons suivi quatre étapes :

1. la présentation du jeu des oppositions dans l'inventaire vocalique du luxembourgeois,
2. la mise en évidence des différences entre les inventaires vocaliques du luxembourgeois et du français,
3. la description des propriétés acoustiques qui permettent d'opposer les voyelles dans la parole native,

4. la nature des différences entre les productions natives et non natives des voyelles.

Alors que les deux premières étapes se rapportaient à la partie théorique, les deux autres étaient liées à l'étude empirique de notre thèse. La représentation sur la figure 9.1 illustre une relation pertinente entre chacune de ces étapes. Ce modèle suggère une application pour toute étude comparative entre les productions natives et non natives d'une langue.

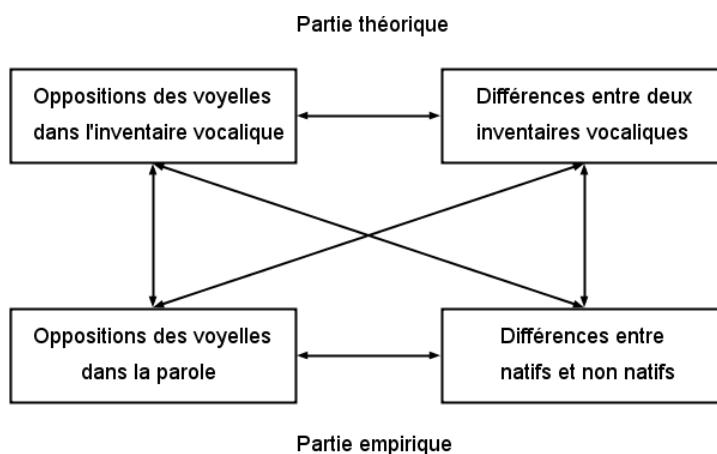


FIGURE 9.1 – Les quatre étapes de la thèse.

Notre thèse apporte à la fois un approfondissement théorique et empirique sur les voyelles du luxembourgeois. Nous rappelons dans ce contexte la question principale de l'étude : quelles différences peut-on constater entre les productions natives et non natives des voyelles du luxembourgeois ? Cette question était posée dans le but d'élargir la réflexion sur la phonétique, afin de renforcer l'enseignement de l'oral et de la prononciation dans le cadre du LLE. La problématique de notre recherche consistait à questionner la relation entre la production du luxembourgeois à l'oral dès l'enfance par les locuteurs luxembourghophones natifs qui ne suivent pas un enseignement scolaire de leur langue maternelle et la production du luxembourgeois à l'oral par des apprenants adultes, qui, dans leur cas, suivent un enseignement basé sur les règles de grammaire et d'orthographe. Pour mettre en relation ces deux types d'apprentissage, nous avons proposé une étude acoustique pour soulever les tendances de production dans la parole native et non native en soulignant la variation dans la langue :

- d'un côté, nous avons établi des valeurs de référence pour les voyelles de la variété régionale sur laquelle se base le LLE, à savoir, la variété parlée dans la région située autour de la capitale du Grand-Duché de Luxembourg ;
- d'un autre côté, nous avons renseigné sur les difficultés de production des voyelles par des locuteurs francophones.

À la question posée en amont de la thèse, nous pouvons apporter la réponse suivante : les locuteurs francophones rencontrent des difficultés à produire des caractéristiques des voyelles du luxembourgeois qui n'existent pas en français, comme par exemple l'opposition phonologique entre les voyelles longues et brèves (ex. *hatt* [hat] « elle » - *hat* [ha:t] « avait »), leurs productions s'écartent pour la plupart de celles des locuteurs natifs sur le plan acoustique et les caractéristiques de la L1 se retrouvent dans la L2. Malgré la variation rencontrée au niveau des productions non natives, certains locuteurs francophones produisant des voyelles acoustiquement plus proches de celles des locuteurs natifs que d'autres, nous sommes en mesure de conclure de manière générale sur les tendances soulignées dans notre étude.

Afin de mieux comprendre l'impact des méthodes d'enseignement de l'écrit et de l'oral sur l'apprentissage d'une langue comme le luxembourgeois, nous proposons d'élargir notre réflexion au domaine de la didactique. En effet, nous pouvons nous demander si un apprentissage privilégié de l'oral du luxembourgeois, où l'orthographe aurait un intérêt plus marginal, ne favoriserait pas les productions des apprenants. De plus, nous pouvons nous demander en quoi la variété régionale de la région centrale du Grand-Duché de Luxembourg se distingue-t-elle des autres variétés pour être considérée comme la référence pour la LLE. Nous rappelons à cet endroit l'absence d'une norme parlée pour le luxembourgeois (Kramer, 1994; Gilles & Moulin, 2003). Il se peut que la variété étudiée dans cette thèse soit considérée comme la référence en raison du nombre important de ses locuteurs. Toutefois, nous avons constaté des variantes phonétiques, non seulement au niveau des voyelles (ex. *Haus* [hæus]-[haus] « maison »), mais aussi au niveau de certaines consonnes (ex. *Schouster* ['ʃœuste]-['ʃœufste] « cordonnier »), dans notre corpus. En ce sens, l'idée de considérer cette variété serait compromise, puisqu'elle-même contient des variantes de prononciation. L'enseignement du LLE devrait-il privilégier l'apprentissage de ces variantes, afin de faciliter la compréhension de la parole native par les apprenants ? L'oral et l'usage des variantes de prononciation faciliterait-il la communication entre les apprenants et les locuteurs natifs ? Faudrait-il privilégier l'oral dans le cadre de l'enseignement des langues étrangères ? Les cours devraient-ils être adaptés aux apprenants de langues maternelles différentes ? L'orthographe ne devrait-elle pas faire l'objet de cours de niveaux intermédiaires, une fois les bases de la prononciation acquises ? Toutes ces questions devraient faire l'objet de réflexion approfondies, afin de définir le statut du luxembourgeois dans l'enseignement des langues étrangères. Dans tous les cas, elles ouvrent de nouveaux horizons pour la recherche linguistique du luxembourgeois parlé et pour son développement au sein d'une société de plus en plus multilingue et numérique et pourraient engager des études qui consolident l'ensemble des connaissances sur les variétés qui constituent cette langue.

Bibliographie

ADDA-DECKER, MARTINE, GENDROT, CÉDRIC, & NGUYEN, NOËL. 2008. « Contribution du traitement automatique de la parole à l'étude des voyelles orales du français ». *Pages 13–46 of : Revue TAL*, vol. 49.

ADDA-DECKER, MARTINE, LAMEL, LORI, & SNOEREN, NATHALIE D. 2011. « Studying Luxembourgish phonetics via multilingual forced alignments ». *Pages 196–199 of : International Congress of Phonetic Sciences*.

ADDA-DECKER, MARTINE, LAMEL, LORI, & ADDA, GILLES. 2014. « Speech alignment and recognition experiments for Luxembourgish ». *Pages 53–60 of : International Workshop on Spoken Language Technologies for Under-resourced Languages*.

BAKER, WENDY. 2005. « The interaction of the bilingual's two phonetic systems : differences in early and late korean-english bilinguals ». *Pages 163–174 of : Proceedings of the 4th International Symposium on Bilingualism*. Somerville : Cascadilla Press.

BARRAS, CLAUDE, GEOFFROIS, EDOUARD, WU, ZHIBIAO, & LIBERMAN, MARC. 2000. « Transcriber : development and use of a tool for assisting speech corpora production ». *Pages 5–22 of : Speech Communication*, vol. 33. Elsevier.

BARTKOVA, KATARINA, & JOUVET, DENIS. 2007. « Automatic detection of foreign accent for automatic speech recognition ». *Pages 2185–2188 of : International Congress of Phonetic Sciences*.

BEHNE, DAWN M., CZIGLER, PETER E., & SULLIVAN, KIRK P. 1996. « Acoustic characteristics of perceived quantity and quality in Swedish vowels ». *Pages 49–54 of : Speech Science and Technology*.

BERG, CHARLES, & WEIS, CHRISTIANE. 2005. *Sociologie de l'enseignement des langues dans un environnement multilingue : rapport national en vue de l'élaboration du profil des politiques linguistiques éducatives luxembourgeoises*. Luxembourg : Ministère de l'Éducation nationale et de la Formation professionnelle et Centre d'études sur la situation des jeunes en Europe.

- BERNHARD, DELPHINE, & LIGOZAT, ANNE-LAURE. 2013. « Es esch fäsch wie Ditsch, oder net ? Étiquetage morphosyntaxique de l'alsacien en passant par l'allemand ». *Pages 209–220 of : Actes de Traitement Automatique des Langues Régionales de France et d'Europe*.
- BEST, CATHERINE T., & TYLER, MICHAEL D. 2007. « Nonnative and second-language speech perception : commonalities and complementarities ». *Pages 13–34 of : MURRAY J. MUNRO AND OCKE-SCHWEN BOHN (ed), Second language speech learning : the role of language experience in speech perception and production*. Amsterdam : John Benjamins.
- BEST, CATHERINE T., HALLE, PIERRE, BOHN, OCKE-SCHWEN, & FABER, ALICE. 2003. « Cross-language perception of nonnative vowels : phonological and phonetic effects of listeners' native languages ». *Pages 2889–2892 of : International Congress of Phonetic Sciences*.
- BOERSMA, PAUL, & WEENINK, DAVID. 2014. *PRAAT : doing phonetics by computer [Computer Program], version 5.3.84*.
- BOITE, RENÉ, BOURLARD, HERVÉ, DUTOIT, THIERRY, HANCQ, JOËL, & LEICH, HENRI. 2000. *Traitement de la parole*. Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes.
- BONGAERTS, THEO. 1999. « Ultimate attainment in L2 pronunciation : the case of very advanced late L2 learners ». *Pages 133–160 of : DAVID BIRDSONG (ed), Second language acquisition and the critical period hypothesis*. Mahwah : Lawrence Erlbaum Associates.
- BOULA DE MAREÜIL, PHILIPPE, ADDA-DECKER, MARTINE, & WOEHLING, CÉCILE. 2007. « Analysis of oral and nasal vowel realisation in northern and southern French varieties ». *Pages 2221–2224 of : International Congress of Phonetic Sciences*.
- BOULA DE MAREÜIL, PHILIPPE, VIERU-DIMULESCU, BIANCA, WOEHLING, CÉCILE, & ADDA-DECKER, MARTINE. 2008. « Accents étrangers et régionaux en français : caractérisation et identification ». *Pages 135–163 of : Revue TAL*, vol. 49.
- BRAUN, JOSY, JOHANNS-SCHLECHTER, MARIANNE, KAUFFMANN-FRANZT, JOSÉE, LOSCH, HENRI, & MAGNETTE-BARTHEL, GENEVIÈVE. 2005. *Grammaire de la langue luxembourgeoise/Grammaire vun der lëtzebuerguer Sprooch*. Luxembourg : Ministère de l'Éducation nationale et de la Formation professionnelle.
- BRUCH, ROBERT. 1952. « Die Mundart des Nordöstlings ». *Pages 1–50 of : Institut grand-ducal. Section de linguistique, de folklore et de toponymie*.
- BRUCH, ROBERT. 1954. *Das Luxemburgische im Westfränkischen Kreis*. Luxembourg : Publications littéraires et scientifiques du Ministère de l'Éducation Nationale.

- BRUCH, ROBERT. 1955. *Précis populaire de grammaire luxembourgeoise/Luxemburger Grammatik in volkstümlichem Abriss*. Luxembourg : Linden.
- BRUCH, ROBERT. 1956. « Westfränkische Sprachströmungen in Mitteldeutschland ». *Pages 14–44 of : Rheinische Vierteljahrsblätter*, vol. 21.
- BRUCH, ROBERT. 1958. « “Hol iwer !”. Sprachgrenzen und Mundartbrücken zwischen Eifel, Saargau, Lothringen und Luxemburg ». *Pages 263–278 of : La moselle : son passé, son avenir*.
- BRUCH, ROBERT. 1963. *Luxemburgischer Sprachatlas : Laut- und Formenatlas*. Marburg : Elwert.
- BÜRKI, AUDREY, GENDROT, CÉDRIC, GRAVIER, GUILLAUME, LINARÈS, GEORGE, & FOUGERON, CÉCILE. 2008a. « Alignement automatique et analyse phonétique : comparaison des différents systèmes pour l’analyse du schwa ». *Pages 165–197 of : Revue TAL*, vol. 49.
- BÜRKI, AUDREY, RACINE, ISABELLE, ANDREASSEN, HELENE N., FOUGER, CÉCILE, & FRAUENFELDER, ULRICH H. 2008b. « Timbre du schwa en français et variation régionale : une étude comparative ». *Pages 293–296 of : Actes des 27^e journées d’études sur la parole*.
- CAMPOS-ASTORKIZA, REBEKA. 2012. « Length contrast and contextual modifications of duration in the Lituonian vowel system ». *Pages 9–41 of : Baltic Linguistics*, vol. 3.
- CARION, ALAIN. 1994. *Les emprunts français dans 'de papagei um käschtebam' de Roger Manderscheid et dans 'Renert' de Michel Rodange : transfert et intégration phonologiques, graphématisques, morphologiques, lexicales et sémantiques*. Luxembourg : École Privée Fieldgen.
- CHISSL, JEAN-LOUIS, FILLIOLET, JACQUES, & MAINGUENEAU, DOMINIQUE. 2001. « *Introduction à la linguistique française. Tome 1 : notions fondamentales, phonétique et lexique* ». Paris : Hachette.
- CLOPPER, CYNTHIA G., PISONI, DAVID B., & DE JONG, KENNETH. 2005. « Acoustic characteristics of the vowel systems of six regional varieties of American English ». *Pages 1661–1676 of : Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 118.
- COLANTONI, LAURA, STEELE, JEFFREY, & ESCUDERO, PAOLA. 2015. *Second Language Speech : Theory and Practice*. Cambridge University Press.
- CONRAD, FRANÇOIS. 2015. « *Sprachkontaktinduzierte Variation im luxemburgischen Konsonantismus* ». Université du Luxembourg.

- CORDER, PIT S. 1980. « Que signifient les erreurs des apprenants ? » *Langages*, 14(57), 9–15.
- DALBERA-STEFANAGGI, MARIE-JOSÉ. 2012. « L'oral et la recherche dialectologique ». *Bulletin de l'AFAS [En ligne], Les phonothèques entre recherche et culture, L'oral et la recherche en sciences humaines et sociales, mis en ligne le 27 février 2012, consulté le 09 février 2017*, sans pagination.
- DALET, DANIEL. 2007-2016. *d-maps.com*.
- DARWIN, CHARLES. 2011. *The Origin of Species*. London : Harper Collins.
- DE DECKER, PAUL, & NYCZ, JENNIFER. 2013. « The technology of conducting sociolinguistic interviews ». Pages 118–126 of : CHRISTINE MALLINSON AND BECKY CHILDS AND GERARD VAN HERK (ed), *Data Collection in Sociolinguistics : Methods and Applications*. New York : Routledge.
- DE SAUSSURE, FERDINAND. 2005. *Cours de linguistique générale*. Paris : Payot et Rivages.
- DELATTRE, PIERRE. 1948. « Un triangle acoustique des voyelles orales du français ». Pages 477–484 of : *The French Review*, vol. 21. Marion : American Association of Teachers of French.
- DELATTRE, PIERRE. 1951. « The physiological interpretation of sound spectrograms ». Pages 864–875 of : *The Modern Language Association of America*, vol. 66.
- DELATTRE, PIERRE, LIBERMAN, ALVIN M., COOPER, FRANKLIN S., & GERSTMAN, LOUIS J. 1952. « An experimental study of the acoustic determinants of vowel color : observations on one- and two-formant vowels synthesized from spectrographic patterns ». Pages 195–210 of : *Word*, vol. 8.
- DENG, LI, & O'SHAUGHNESSY, DOUGLAS. 2003. *Speech Processing : a Dynamic and Optimization-oriented Approach*. CRC Press.
- DESMET, ISABEL. 2006. « Variabilité et variation en terminologie et langues spécialisées : discours, textes et contextes ». Pages 235–247 of : *Mots, termes et contextes*. Paris : Éditions des archives contemporaines.
- DETEY, SYLVAIN, DURAND, JACQUES, LAKS, BERNARD, & LYCHE, CHANTAL. 2010. *Les variétés du français parlé dans l'espace francophone : ressources pour l'enseignement*. Paris : Ophrys.
- DI CRISTO, ALBERT. 1980. « La durée intrinsèque des voyelles du français ». Pages 211–235 of : *Travaux de l'Institut de Phonétique d'Aix*, vol. 7.

- DI PAOLO, MARIANNA, YAEGER-DROR, MALCAH, & WASSINK, ALICIA. 2011. « Analyzing vowels ». *Pages 87–106 of : Sociophonetics : A student's guide*. London/New York : Routledge.
- DUPOUX, EMMANUEL, SEBASTIÁN-GALLÉS, NÚRIA, NAVARRETE, EDUARDO, & PERKAMP, SHARON. 2008. « Persistent stress 'deafness' : the case of French learners of Spanish ». *Pages 682–706 of : Cognition*, vol. 106. Elsevier.
- DURAND, JACQUES, LAKS, BERNARD, & LYCHE, CHANTAL. 2009. « Le projet PFC (Phonologie du Français Contemporain) : une source de données primaires structurées ». *Pages 19–61 of : Phonologie, variation et accents du français*. Paris : Hermès.
- ENGELMANN, RENÉ. 1910. *Der Vokalismus der Viandener Mundart*. Diekirch : Schroell.
- FANT, GUNNAR. 1960. *Acoustic Theory of Speech Production*. 'S-Gravenhage : Mouton & Co.
- FAUTH, CAMILLE, BONNEAU, ANNE, ZIMMERER, FRANK, TROUVAIN, JÜRGEN, ANDREEVA, BISTRA, COLOTTE, VINCENT, FOHR, DOMINIQUE, JOUVENT, DENIS, JÜGLER, JEANIN, LAPRIE, YVES, MELLA, ODILE, & MÖBIUS, BERND. 2014. « Designing a bilingual speech corpus for French and German language learners : a two-step process ». *Pages 1477–1482 of : Language Resources and Evaluation Conference*.
- FEHLEN, FERNAND. 2009. *BaleineBis. Une enquête sur un marché linguistique multilingue en profonde mutation/Luxemburgs Sprachenmarkt im Wandel*. Vol. 12. Luxembourg : RED.
- FLEGE, JAMES EMIL. 1984. « Limits on phonetic accuracy in foreign language speech production ». *Pages 708–721 of : Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 76.
- FLEGE, JAMES EMIL. 1987. « The production of "new" and "similar" phones in a foreign language : evidence for the effect of equivalence classification ». *Pages 47–65 of : Journal of Phonetics*, vol. 15.
- FLEGE, JAMES EMIL. 1988. « The production and perception of foreign language speech sounds ». *Pages 224–401 of : HARRIS WINITZ (ed), Human communication and its disorders*. Norwood : Ablex.
- FLEGE, JAMES EMIL. 1995. « Second Language Speech Learning : Theory, Findings and Problems ». *Pages 233–277 of : WINIFRED STRANGE (ed), Speech Perception and Linguistic Experience : Issues in Cross-Language Research*. Timonium, MD : York Press.
- FLEGE, JAMES EMIL, & LIU, SERENA. 2001. « The effect of experience on adults' acquisition of a second language ». *Pages 527–552 of : Studies in Second Language Acquisition*, vol. 23.

- FLEGE, JAMES EMIL, MACKAY, IAN R. A., & MEADOR, DIANE. 1999. « Native Italian speakers' perception and production of English vowels ». *Pages 2973–2987 of : Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 106.
- FLEGE, JAMES EMIL, MACKAY, CARLO, & MACKAY, IAN R. A. 2003. « Interaction between the native and second language phonetic subsystems ». *Pages 467–491 of : Speech Communication*, vol. 40. Elsevier.
- FOUGERON, CÉCILE, & SMITH, CAROLINE L. 1999. « French ». *Pages 78–81 of : Handbook of the International Phonetic Association : A guide to the use of the International Phonetic Alphabet*. Cambridge University Press.
- FOUGERON, CÉCILE, GENDROT, CÉDRIC, & BÜRKI, AUDREY. 2007. « On the phonetic identity of French schwa compared to /ø/ and /œ/ ». *Pages 191–197 of : Schwa(s)*. Nantes : 5^e Journées d'études linguistiques.
- FRIEDEN, LUC, & GRAND-DUC HENRI. 2008. « Loi du 23 octobre 2008 sur la nationalité luxembourgeoise ». *Pages 2222–2227 of : Mémorial : Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg, Recueil de législation A - N° 158*. Luxembourg : Victor Buck.
- GALLIANO, SYLVAIN, GEOFFROIS, EDOUARD, GRAVIER, GUILLAUME, BONASTRE, JEAN-FRANÇOIS, MOSTEFA, DJAMEL, & CHOUKRI, KHALID. 2006. « Corpus description of the ESTER evaluation campaign for the rich transcription of French broadcast news ». *Pages 315–320 of : Language Evaluation and Resources Conference*.
- GAY, THOMAS. 1968. « Effect of speaking rate on diphthong formant movements ». *Pages 97–109 of : Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 44.
- GENDROT, CÉDRIC. 2013. « De la normalisation formantique des voyelles ». *Pages 231–258 of : Méthodes et outils pour l'analyse phonétique des grands corpus oraux*. Caen : Hermès/Lavoisier.
- GENDROT, CÉDRIC, & ADDA-DECKER, MARTINE. 2005. « Impact of duration on F1/F2 formant values of oral vowels : an automatic analysis of large broadcast news corpora in French and German ». *Pages 2453–2456 of : Interspeech*.
- GENDROT, CÉDRIC, & ADDA-DECKER, MARTINE. 2006. « Analyses formantiques automatiques en français : périphéralité des voyelles orales en fonction de la position prosodique ». *Pages 407–410 of : Journées d'études sur la parole*.
- GENDROT, CÉDRIC, & ADDA-DECKER, MARTINE. 2007. « Impact of duration and vowel inventory size on formant values of oral vowels : an automated formant analysis from eight languages ». *Pages 1417–1420 of : International Congress of Phonetic Sciences*.

- GENDROT, CÉDRIC, ADDA-DECKER, MARTINE, & SCHMID, CAROLIN. 2012. « Comparaison de parole journalistique et de parole spontanée : analyses de séquences entre pauses ». *Pages 649–656 of : Actes de la conférence conjointe JEP-TALN-RECITAL*, vol. 1. Grenoble : ATALA & AFCP.
- GEORGETON, LAURIANNE, PAILLEREAU, NIKOLA, LANDRON, SIMON, GAO, JIAYIN, & KAMIYAMA, TAKEKI. 2012. « Analyse formantique des voyelles orales du français en contexte isolé : à la recherche d'une référence pour les apprenants de FLE ». *Pages 145–152 of : Actes de la conférence conjointe JEP-TALN-RECITAL*, vol. 1. Grenoble : ATALA & AFCP.
- GILLES, PETER. 1998. « Die Emanzipation des Lëtzebuergeschen aus dem Gefüge der deutschen Mundart ». *Pages 20–35 of : Zeitschrift für deutsche Philologie*, vol. 117. Berlin : Erich Schmidt Verlag.
- GILLES, PETER. 1999. *Dialektausgleich im Lëtzebuergeschen : Zur phonetisch-phonologischen Fokussierung einer Nationalsprache*. Tübingen : Niemeyer.
- GILLES, PETER. 2011. « Die Vokale des Luxemburgischen akustisch ». In : *Infolux - Fuerschungsportal iwwert d'Lëtzebuergescht*. <https://infolux.uni.lu/vokale/>.
- GILLES, PETER, & MOULIN, CLAUDINE. 2003. « Luxembourgish ». *Pages 303–329 of : ANA DEUMERT, & WIM VANDENBUSSCHE (eds), Germanic standardizations : past to present*. Amsterdam & Philadelphia : John Benjamins Publishing Company.
- GILLES, PETER, & TROUVAIN, JÜRGEN. 2013. « Luxembourgish ». *Pages 67–74 of : Journal of the International Phonetic Association*, vol. 43. Cambridge University Press.
- GOUDAILLIER, JEAN-PIERRE. 1972. *Étude contrastive de quelques points particuliers des systèmes consonantiques luxembourgeois et français : ébauche d'exercices structuraux en vue de l'acquisition du système consonantique français par des Luxembourgeois*. Paris.
- GOUDAILLIER, JEAN-PIERRE. 1981. *Phonologie fonctionnelle et phonétique expérimentale : exemples empruntés au luxembourgeois*. Hambourg : Helmut Buske.
- GOUDAILLIER, JEAN-PIERRE. 1985. « Traits pertinents des diphongues : le cas du luxembourgeois de Luxembourg-ville ». *Pages 201–230 of : Bulletin de la Société Linguistique de Paris*, vol. 80.
- GRAVIER, GUILLAUME, BONASTRE, JEAN-FRANÇOIS, GEOFFROIS, EDOUARD, GALIANO, SYLVAIN, TAIT, KEVIN MC, & CHOUKRI, KHALID. 2004. « The ESTER evaluation campaign for the rich transcription of French broadcast news ». *Pages 885–888 of : Language Evaluation and Resources Conference*.
- GROSJEAN, FRANÇOIS, & DOMMERGUES, JEAN-YVES. 2011. *La statistique en clair*. Paris : Ellipses.

- GUYOT-TALBOT, ANNE, HEIDLMAYR, KARIN, & FERRAGNE, EMMANUEL. 2016. « Entraînements à la prosodie des questions ouvertes et fermées de l'anglais chez des apprenants francophones ». *Pages 265–273 of : Actes de la conférence conjointe JEP-TALN-RECITAL*, vol. 1.
- HARDT, MATHIAS. 1843. *Vocalismus der Sauer-Mundart*. Trier : Lintz.
- HARRINGTON, JONATHAN, HOOLE, PHILIP, & REUBOLD, ULRICH. 2012. « A physiological analysis of high front, tense-lax vowel pairs in Standard Austrian and Standard German ». *Pages 158–183 of : Italian Journal of Linguistics*, vol. 24.
- HÄSLER, KATRIN, HOVE, INGRID, & SIEBENHAAR, BEAT. 2005. « Die Prosodie des Schweizerdeutschen - Erkenntnisse aus der sprachsynthetischen Modellierung von Dialekten ». *Linguistik online*, 24(3), 187–224.
- HENRICH, NATHALIE, ROUBEAU, BERNARD, & CASTELLENGO, MICHÈLE. 2003. « On the use of electroglottography for characterisation of the laryngeal mechanisms ». *In : Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference*.
- IVONEN, ANTTI. 1995. « Explaining the dispersion of the single-vowel occurrences in an F1/F2 space ». *Pages 221–227 of : Phonetica*, vol. 52. Basel : Karger Publishers.
- IPA. 2005. « Vowels ». *In : https://www.internationalphoneticassociation.org/content/ipa-vowels*. The International Phonetic Association.
- JACEWICZ, EWA, FOX, ROBERT A., & SALMONS, JOSEPH. 2011. « Vowel change across three age groups of speakers in three regional varieties of American English ». *Pages 683–693 of : Journal of Phonetics*, vol. 39. Elsevier.
- JAKOBSON, ROMAN, FANT, GUNNAR, & HALLE, MORRIS. 1951. *Preliminaries to speech analysis : the distinctive features and their correlates*. Massachusetts : The MIT Press.
- JASP TEAM. 2016. *JASP (Version 0.7.5.5) [Computer software]*.
- JOHNSON, CAROLYN E., & WILSON, IAN L. 2002. « Phonetic evidence for early language differentiation : research issues and some preliminary data ». *Pages 271–289 of : International Journal of Bilingualism*, vol. 6. London : Birbeck.
- KACHAFOUTDINOVA, ELVIRA, & ZAMPUNIÉRIS, DENIS. 2007. « Conception d'un cours de luxembourgeois en ligne : prise en compte de contraintes externes dans les choix méthodologiques et didactiques ». *Pages 71–86 of : Apprentissage des Langues et Systèmes d'Information et de Communication*, vol. 10.
- KAMIYAMA, TAKEKI. 2009. « Apprentissage phonétique des voyelles du français langue étrangère chez des apprenants japonophones ». Université Sorbonne Nouvelle - Paris 3.

- KAMIYAMA, TAKEKI. 2012. « Production des voyelles du français par des apprenants japonophones : effet du dialecte d'origine ». *Pages 771–778 of : Actes de la conférence conjointe JEP-TALN-RECITAL*, vol. 1.
- KARTUSHINA, NATALIA, & FRAUENFELDER, ULRICH H. 2014. « On the effects of L2 perception and of individual differences in L1 production on L2 pronunciation ». *Frontiers in Psychology*, 5, 1–17.
- KEISER-BESCH, DENISE. 1976. « Étude descriptive et analytique du vocalisme luxembourgeois ». *Pages 91–100 of : Bulletin de Linguistique, Ethnologique et Toponymique*, vol. 20. Luxembourg : Linden.
- KELLER, RUDOLF ERNST. 1961. « Luxemburgisch ». *Pages 248–297 of : German dialects : Phonology and Morphology*. Manchester University Press.
- KLINKENBERG, JEAN-MARIE. 1996. *Précis de sémiotique générale*. De Boeck & Larcier.
- KOHLER, KLAUS. 1996. « Labelled data bank of spoken standard German - The Kiel Corpus of Read/Spontaneous Speech ». *Pages 1938–1941 of : International Conference on Spoken Language Processing*, vol. 3.
- KOHLER, KLAUS. 1997. *Einführung in die Phonetik des Deutschen*. Berlin : Erich Schmidt Verlag.
- KRAMER, JOHANNES. 1994. « Létzebuergesch - Eine Nationalsprache ohne Norm ». *Pages 391–405 of : Language reform : history and future/La réforme des langues : histoire et avenir/Sprachreform : Geschichte und Zukunft*, vol. 6. Hamburg : Helmut Buske Verlag.
- KRIER, FERNANDE. 1981. « Le français et l'allemand prononcés par un Luxembourgeois ». *Pages 353–360 of : International Review of Applied Linguistics in Language Teaching*, vol. 29.
- KRZONOWSKI, JENNIFER, FERRAGNE, EMMANUEL, & PELLEGRINO, FRANÇOIS. 2016. « Perception et production de voyelles de l'anglais par des apprenants francophones : effet d'entraînements en perception et en production ». *Pages 491–499 of : Actes de la conférence conjointe JEP-TALN-RECITAL*, vol. 1.
- KURONEN, MIKKO. 2001. « Acoustic character of vowel pronunciation in Swedish-Swedish and Finland-Swedish ». *Pages 94–97 of : Working Papers*, vol. 49. Lund University.
- LABOV, WILLIAM. 2001. *Principles of linguistic change : social factors*. Oxford : Blackwell.
- LADEFOGED, PETER, & JOHNSON, KEITH. 2010. *A course in phonetics*. Boston : Wadsworth.

- LADO, ROBERT. 1957. « How to compare two sound systems ». *Pages 9–50 of : Linguistics across cultures : Applied Linguistics for Language Teachers*. University of Michigan Press.
- LEDEGEN, GUDRUN, & LÉGLISE, ISABELLE. 2013. « Variations et changements linguistiques ». *Pages 315–329 of : ENS ÉDITIONS (ed), Sociolinguistique des langues en contact*.
- LEHISTE, ILSE. 1976. « Suprasegmental features of speech ». *Pages 225–238 of : NORMAN J. LASS (ed), Contemporary issues in experimental phonetics*. New York : Academic Press.
- LINDBLOM, BJÖRN. 1963. « Spectrographic study of vowel reduction ». *Pages 1773–1781 of : Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 35.
- LINDBLOM, BJÖRN. 1986. « Phonetic universals in vowel systems ». *Pages 13–44 of : JOHN J. OHALA AND JERI J. JAEGER (ed), Experimental Phonology*. Orlando : Academic Press.
- LINDBLOM, BJÖRN, & SUNDBERG, JOHAN. 1971. « Acoustical consequences of lip, tongue, jaw and larynx movement ». *Journal of the Acoustical Society of America*, 50(4), 1166–1179.
- LISKER, LEIGH. 1973. « On "Explaining" vowel duration variation ». *Pages 225–232 of : Haskins Laboratories : Status Report on Speech Research*.
- MARTIN, PHILIPPE. 2008. *Phonétique acoustique : introduction à l'analyse acoustique de la parole*. Paris : Armand Colin.
- MARTIN, PIERRE. 2002. « Le système vocalique du français du Québec. De l'acoustique à la phonologie ». *Pages 71–88 of : La linguistique*, vol. 38. Paris : Presses Universitaires de France.
- MARTINET, ANDRÉ. 1971. *La prononciation du français contemporain*. Genève : Librairie Droz.
- MARUSHIMA, NAOKI, DETEY, SYLVAIN, & KAWAGUCHI, YUJI. 2010. « Caractéristiques phonétiques des voyelles orales arrondies du français chez des apprenants japonophones ». *Pages 53–72 of : Flambeau, Revue annuelle de la section française*, vol. 36. Université de Tokyo.
- MATRAS, YARON. 2009. *Language contact*. Cambridge University Press.
- MCALLISTER, ROBERT, FLEGE, JAMES E., & PISKE, THORSTEN. 2002. « The influence of L1 on the acquisition of Swedish quantity by native speakers of Spanish, English and Estonian ». *Pages 229–258 of : Journal of Phonetics*. Elsevier Science.

- MICHARDIÈRE, QUENTIN, GUYOT-TALBOT, ANNE, FERRAGNE, EMMANUEL, & PEL-LEGRINO, FRANÇOIS. 2016. « Étude transversale du rythme de l'anglais chez des apprenants francophones ». *Pages 328–336 of : Actes de la conférence conjointe JEP-TALN-RECITAL*, vol. 1.
- MOOSMÜLLER, SYLVIA, SCHMID, CAROLIN, & BRANDSTÄTTER, JULIA. 2015. « Standard Austrian German ». *Pages 339–348 of : Journal of the International Phonetic Association*, vol. 45.
- MORTREUX, STÉPHANE. 2008. « *La production des consonnes coronales en anglais par des apprenants francophones* ». Université de Provence - Aix-Marseille I.
- MULLER, BODO. 1985. *Le français d'aujourd'hui*. Paris : Klincksieck.
- NATHAN, GEOFFREY S. 2008. *Phonology : a cognitive grammar introduction*. Amsterdam : John Benjamins Publishing Company.
- NISHIDE, KAYO. 2014. « Das Vokalsystem des Zentralluxemburgischen ». *Pages 278–295 of : Neue Beiträge zur Germanistik*, vol. 13. München : Iudicium.
- NOWICKI, STEPHEN. 1989. « Vocal plasticity in captivity black-capped chickadees : the acoustic basis and rate of call convergence ». *Pages 64–73 of : Animal Behaviour*, vol. 37. Elsevier.
- PALGEN, HÉLÈNE. 1931. « Kurze Lautlehre der Mundart von Echternach ». *Page 55 of : Beiträge zur luxemburgischen Sprach- und Volkskunde*, vol. 4. Luxembourg : Linden und Hansen.
- PALGEN, HÉLÈNE. 1948. « Studien zur Lautgeographie Luxemburgs ». *Page 47 of : Beiträge zur luxemburgischen Sprach- und Volkskunde*, vol. 6. Luxembourg : Linden.
- PALGEN, HÉLÈNE. 1954. « Vokalismus der Mundart von Knaphoscheid (Kanton Wiltz) ». *Pages 3–18 of : Jahrbuch der luxemburgischen Sprachgesellschaft*. Luxembourg : Linden und Hansen.
- PATZOLD, MATTHIAS, & SIMPSON, ADRIAN P. 1997. « Acoustic analysis of German vowels in the Kiel Corpus of Read Speech ». *Pages 215–247 of : The Kiel Corpus of Read/Spontaneous Speech : acoustic data base, processing tools and analysis results*, vol. 32. Kiel : Institut für Phonetik und digitale Sprachverarbeitung.
- PEPERKAMP, SHARON, & BOUCHON, CAMILLIA. 2011. « The relation between perception and production in L2 phonological processing ». *Pages 161–164 of : Interspeech*.
- PETEK, BOJAN, SUSTARSIC, RASTISLAV, & KOMAR, SMILJANA. 1996. « An acoustic analysis of contemporary vowels of the Standard Slovenian language ». *Pages 133–136 of : International Conference on Spoken Language Processing*, vol. 1.

- PIROTH, HANS GEORG, SKUPINSKI, PETER, & POMPINO-MARSCHALL, BERND. 2015. « Production of vowel contrasts in Northern Standard German and Austrian Standard German ». *In : International Congress of Phonetic Sciences*.
- PISKE, THORSTEN, MACKAY, IAN R. A., & FLEGE, JAMES E. 2001. « Factors affecting degree of foreign accent in an L2 : a review ». *Pages 191–215 of : Journal of Phonetics*, vol. 29.
- RAUBER, ANDRÉIA S., ESCUDERO, PAOLA, BAPTISTA, RICARDO A. H., & BION, BARBARA O. 2005. « The interrelation between the perception and production of English vowels by native speakers of Brazilian Portuguese ». *Pages 2913–2916 of : Interspeech*.
- REETZ, HENNING. 2003. *Artikulatorische und akustische Phonetik*. Trier : Wissenschaftlicher Verlag Trier.
- REIMEN, JEAN-RENÉ. 1964. « Le système vocalique d'un idiolecte luxembourgeois ». *Pages 13–24 of : Bulletin annuel de la Fondation Suisse*. Paris : Université de Paris - Cité Internationale.
- SALORANTA, ANTTI, TAMMINEN, HENNA, ALKU, PAAVO, & PELTOLA, MAIJA S. 2015. « Learning of a non-native vowel through instructed production training ». *In : International Congress of Phonetic Sciences*.
- SCHANEN, FRANÇAIS, & LULLING, JÉRÔME. 2003. *Introduction à l'orthographe luxembourgeoise : description systématisée de l'orthographe officielle luxembourgeoise telle qu'exposée en annexe de l'arrêté ministériel du 10/10/1975 et modifiée par les révisions proposées en annexe du règlement grand-ducal du 30/07/1999*.
- SCHANEN, FRANÇOIS. 2004. *Parlons luxembourgeois : langue et culture linguistique d'un petit pays au cœur de l'Europe*. Paris : L'Harmattan.
- SCHANEN, FRANÇOIS, & ZIMMER, JACQUI. 2012. « *Lëtzebuergesch Grammaire/Grammaire Luxembourgeoise* ». Esch-sur-Alzette : Schortgen.
- SCHÖTZ, SUSANNE, FRID, JOHAN, & FQVIST, ANDERS LÖ. 2011. « Exotic vowels in Swedish - an articulographic and acoustic pilot study of /i:/ ». *Pages 25–28 of : Proceedings of Fonetik, Speech, Music and Hearing*, KTH, TMH-QPSR, vol. 51.
- SCHUPPLER, BARBARA, HAGMÜLLER, MARTIN, MORALES-CORDOVILLA, JUAN A., & PESSENTHEINER, HANNES. 2014. « GRASS : The Graz Corpus of Read and Spontaneous Speech ». *Pages 1465–1470 of : Language Resources and Evaluation Conference*. Reykjavik : European Language Resources Association.
- SCHWARTZ, MARTIN F. 1968. « The acoustics of normal and nasal vowel production ». *Pages 125–140 of : Cleft Palate Journal*, vol. 5.

- SIMPSON, ADRIAN P. 1998. « Characterizing the formant movements of German diphthongs in spontaneous speech ». *Pages 192–200 of : Computer, Linguistik und Phonetik zwischen Sprache und Sprechen, Tagungsband der 4. Konferenz zur Verarbeitung natürlicher Sprache*. Frankfurt : Lang.
- SIMPSON, ADRIAN P., KOHLER, KLAUS, & RETTSTADT, TOBIAS. 1997. *The Kiel Corpus of Read/Spontaneous Speech : Acoustic Data Base, Processing Tools and Analysis Results*. Kiel : Institut für Phonetik und digitale Sprachverarbeitung.
- SNOEREN, NATALIE D., & ADDA-DECKER, MARTINE. 2009. « Pronunciation and writing variants in Luxembourgish : the case of mobile n-deletion in large corpora ». *Pages 119–123 of : Proceedings of 4th Language and Technology Conference*.
- STATEC. 2016. *Le Luxembourg en chiffres*. Luxembourg : Institut national de la statistique et des études économiques.
- STEINER, INGMAR, MAGUER, SÉBASTIEN LE, MANZONI, JUDITH, GILLES, PETER, & TROUVAIN, JÜRGEN. 2017. « Developing new language tools for MaryTTS : the case of Luxembourgish ». *Pages 186–192 of : Konferenz Elektronische Sprachsignalverarbeitung*.
- STEVENS, JOHN J. 2011. « Vowel duration in second language Spanish vowels : study abroad versus at-home learners ». *Pages 77–104 of : Arizona Working Paper in Second Language Acquisition and Teaching*, vol. 18.
- STEVENS, KENNETH N. 1999. Articulatory - Acoustic - Auditory Relationships. *Pages 462–506 of : WILLIAM J.HARDCASTLE, & JOHN LAVER (eds), The Handbook of Phonetic Sciences*. Blackwell Publishing.
- STRAKA, GEORGES. 1965. *Album phonétique*. Paris : Klincksieck.
- STURM, HANSJÖRG. 1988. *Die Entwicklung des Vokalsystems im Luxemburgischen*. Freiburg.
- TERNES, ELMAR. 1999. « *Einführung in die Phonologie* ». Darmstadt : Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- THILL, TINA. 2016. « Analyses acoustiques des monophthongues du luxembourgeois produites dans la parole lue ». *Pages 64–72 of : Actes de la conférence conjointe JEP-TALN-RECITAL*, vol. 1.
- THOMASON, SARAH G. 2006. « Language change and language contact ». *Pages 339–346 of : Encyclopedia of Language and Linguistics*, vol. 6. Oxford : Elsevier.
- TONNAR-MEYER, CHRISTIANE. 2003. « Létzebuergesch als Integratiounsfacteur am öffentlechen Enseignement ». *Pages 79–88 of : Actes du cycle de conférences. Létzebueresch : Quo vadis ? Luxembourg : Victor Buck*.

- TORREIRA, FRANCISCO, ADDA-DECKER, MARTINE, & ERNESTUS, MIRJAM. 2010. « The Nijmegen corpus of casual French ». *Pages 201–221 of : Speech Communication*, vol. 52. Elsevier.
- TRAUNMÜLLER, HARTMUT. 1990. « Analytical expressions for the tonotopic sensory scale ». *Pages 97–100 of : Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 88.
- TROUVAIN, JÜRGEN, & GILLES, PETER. 2009. « PhonLaF - phonetic online material for Luxembourgish as a foreign language ». *Phonetics teaching and learning conference*, 74–77.
- TROUVAIN, JÜRGEN, BONNEAU, ANNE, COLOTTE, VINCENT, FAUTH, CAMILLE, FOHR, DOMINIQUE, JOUVENT, DENIS, JÜGLER, JEANIN, LAPRIE, YVES, MELLA, ODILE, MÖBIUS, BERND, & ZIMMERER, FRANK. 2016. « The IFCASL corpus of French and German non-native and native read speech ». *Pages 1333–1338 of : Language Resources and Evaluation Conference*.
- TUBACH, JEAN-PIERRE. 1989. *La parole et son traitement automatique*. Paris : Masson.
- UPTON, GRAHAM, & COOK, IAN. 2008. *Dictionary of statistics*. New York : Oxford University Press.
- VAISSIÈRE, JACQUELINE. 2011a. *La phonétique*. Paris : PUF.
- VAISSIÈRE, JACQUELINE. 2011b. « On the acoustic and perceptual characterization of reference vowels in a cross-language perspective ». *Pages 52–59 of : International Congress of Phonetic Sciences*.
- VAN OOSTENDORP, MARC. 1998. « Schwa in phonological theory ». *Pages 3–8 of : Glot international*, vol. 3. The Hague : Holland Academic Graphics.
- VERHOEVEN, JO, & VAN BAEL, CHRISTOPHE. 2002. « Acoustic characteristics of monophthong realisation in Southern Standard Dutch ». *Pages 149–164 of : Phonetic work in progress*, vol. 100.
- VIERU-DIMULESCU, BIANCA. 2008. *Caractérisation et identification d'accents étrangers en français*. Orsay : Université Paris-Sud 11.
- WATSON, CATHERINE I., & HARRINGTON, JONATHAN. 1999. « Acoustic evidence for dynamic formant trajectories in Australian English vowels ». *Pages 458–468 of : Journal of the Acoustical Society of America*.
- WATSON, CATHERINE I., MACLAGAN, MARGARET A., KING, JEANETTE, HARLOW, RAY, & KEEGAN, PETER J. 2016. « Sound change in Māori and the influence of New Zealand English ». *Pages 185–218 of : Journal of the International Phonetic Association*, vol. 46.

- WEBER, NICO. 1994. « Sprachen und ihre Funktionen in Luxemburg ». *Pages 129–169 of : Zeitschrift für Dialektologie und Linguistik*. Stuttgart : Franz Steiner Verlag.
- WEBER-MESSERICH, JACKIE. 2011. « Luxemburgisch als Fremdsprache ». *Pages 337–343 of : PETER GILLES AND MÉLANIE WAGNER (ed), Linguistische und soziolinguistische Bausteine der Luxemburgistik*, vol. 4. Frankfurt am Main : Peter Lang.
- WEINREICH, URIEL, LABOV, WILLIAM, & HERZOG, MARVIN I. 1968. « Empirical foundations for a theory of language change ». *Directions for Historical Linguistics*, 95–195.
- WERNER, PIERRE, FLESCH, COLETTE, KONEN, RENÉ, & GRAND-DUC JEAN. 1984. « Loi du 24 février sur le régime des langues ». *Pages 196–197 of : Mémorial : Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg, Recueil de législation A - N° 16*. Luxembourg : Victor Buck.
- WOEHLING, CÉCILE, & BOULA DE MAREÜIL, PHILIPPE. 2006. « Identification of regional accents in French : perception and categorization ». *Pages 1511–1514 of : Interspeech*.
- ZIMMER, JACQUI. 2008. *9000 Wieder*. Luxembourg : Éditions Saint Paul.
- ZIMMERER, FRANK, & TROUVAIN, JÜRGEN. 2015a. « "Das Haus" or "Das Aus" ? How French learners produce word-initial /h/ in German ». *Pages 303–316 of : Trends in Phonetics and Phonology. Studies from German Speaking Europe*. Frankfurt am Main/Bern : Lang.
- ZIMMERER, FRANK, & TROUVAIN, JÜRGEN. 2015b. « Perception of French speakers' German vowels ». *Pages 1720–1724 of : Interspeech*. Dresden : ISCA.
- ZIMMERER, FRANK, & TROUVAIN, JÜRGEN. 2015c. « Productions of /h/ in German : French vs. German speakers ». *Pages 1922–1926 of : Interspeech*. Dresden : ISCA.
- ZWICKER, EBERHARD. 1960. « Unterteilung des hörbaren Frequenzbereichs in Frequenzgruppen ». *Acustica*, 10, 185.

Chapitre 10

Annexes

10.1 Le matériel de lecture

Les paires minimales

haut-Haut, Muussen-mussen, hatt-hat, Mooss-Moss, Wiss-wiiss, Sprooch-Sproch, Pa-pp-Pap, Kazen-katzen, Scheek-schéck, Bommen-Bomen, Gaascht-Gäscht, Kaméil-Ka-mell, laach-Lach, schéin-Schäin, Flicken-flécken, kennen-kennen, Lidder-Lieder, Hie-wel-Hiwwel, Mond-Mount, Schéier-Scheier

Les mots luxembourgeois en contexte isolé

Taass, giess, Haff, Kueder, fiicht, Schouster, Täsch, Pausen, Kueb, Hoken, Fieder, Kee-sen, Hues, Këschten, Zäit, Kopp, Hait, Käschten, Zocker, Fësch, ticken, kucken, gitt, päifen, Kapen, Kiischten, Heet, Hitt, schéissen, Koup, Heck, Houf, Seef, saufen, Hutt, Kach, weisen, Duch, Hott, Paus, Héiss, kaschten, Tut, Seid, Doten, Hief, Haus, Kuu-schten, Fauscht, déif, Häip, Schof

Les mots français en contexte isolé

alarme, heure, bus, congé, flics, tisser, taupe, goûter, thé, copeaux, paye, boeuf, hotte, téléphone, abbaye, joie, tutu, pêche, jeter, épée, cape, buter, bosse, cheveu, fêtais, abeille, heureux, tasser, logement, joua, pays, poulet, se, chômage, ici, dragueur, quartier, coupe, comptoir, bijou, beauté, parfum, coucou, pic, langage, télé, sécher, cet, épais, camion, gare, décolleté, radio, appât, doter, frites, télé, feutre, chef

Le premier texte

Gromperekichelcher. Gromperekichelcher sinn en traditionnelle Plat aus gerappte Gr-omperen an de regionale Kiche vun Zentral- an Osteuropa. Et gëtt vill Rezepter, bei deenen den Haaptbestanddeel èmmer e faserege Bräi aus geschielten a gerappte Grom-peren ass ; donieft kann een, ènner anerem, Eeër, Miel, Ënnen, Speck, Planzefett, Hue-werflacken, Schallotten, wäisse Kéiss, Péiterséileg, Salz oder Peffer dobäimachen. Ob-

scho Gromperekichelcher eigentlech net typesch lëtzebuergesch sinn, gëlle si zu Lëtzebuerg als Spezialitéit. Gromperekichelcher kënnen entweder salzeg oder séiss, zum Beispill mat Zocker, Friichten, Kompott oder Kanéil, giess ginn. An Nord-Ost-England gëtt et e Plat, bei deem heiänsdo Tomaten oder Kéis dobäi giess ginn. Den Ënnerscheid tëscht dem Gromperekichelchen an dem Schwäizer Rösti ass, datt am Rösti keng Eeër a kee Miel verschafft ginn.

Le deuxième texte

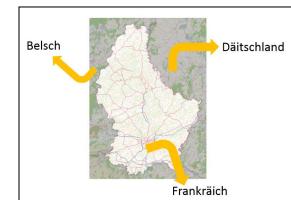
Den Hämmelsmarsch. Den Hämmelsmarsch ass e lëtzebuergesche Brauch. Et ass den Ëmzuch an de lëtzebuergesch Uertschafte vun de Museksgesellschaften, mat Hämmel, fir d'Kiermes anzelauden. D'Musikanten zéien an der Truecht vum Hämmelsmarsch (bloen Ëmhang a rout Halsduch) duerch d'Duerf a gi bei d'Leit schelle fir e puer Su ze kréien. Haut sinn d'Hämmel aus dësem Cortège esou gutt ewéi verschwonn. D'Volleksweis mam selwechten Numm gëtt allerdéngs dobäi nach èmmer gespillt. All Duerf huet seng eege Kiermes, zu däer d'Musikante lasszéien. Zu wéi enger Zäit am Joer hänkt vun der Gewunnecht vum Duerf of. D'Traditioun fir virun enger Kiermes Hämmel duerch d'Gaassen ze dreiwen ass am Kader vun der Schueberfouer opkomm. Do gouf et beim Präisschéissen Hämmel ze gewannen an d'Besëtzer wollten deemno Reklamm fir d'Schéissbude maachen, andeems se de Stater Leit hir schéi Präishämmel weise gaange sinn. Dat ass esou gutt ukomm, datt duerno uechert d'ganz Land d'Kiermes mat engem Hämmelsmarsch agelaut gouf, obschonns et keen Hammel ze gewanne gouf. D'Museksstéck "Hämmelsmarsch" ass eng Volleksweis, dat heescht eng Melodie, deem sain Auteur eis net bekannt ass an déi vum Vollek iwwert Generatiounen iwwerdrie gouf. Aus dëser Volleksweis gouf am 19. Joerhonnert e Lidd, wéi de Michel Lentz en Text dozou geschriwwen huet. D'Lidd gouf heefeg ènnert dem Numm "Schuebermess" publizéiert.



Nom Ausrett setze mir eist P_____
op d'Wiss.



Den amerikanesche Fändel ass roud-wäiss
gesträift an huet 50 St____ op bloem
Hannergrond.



Vill Studente ginn an d'A____land studéieren.



Wann een am Mier tauche geet
fënnt een heiando e Séi____.

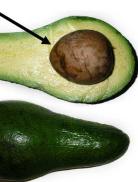
10



Eis Hénn sinn eis un d'H____ gewuess.



No der Hochzäit hu meng Elteren
sech en H____ kaaft.



Éier een en Avocado èsst muss een de
K____ eraushuelen.



Et huet kee W____,
sech fir alles opzereegen.



Eis Kaz huet géschter eng kleng
Spëtzm____ am Gaart gefaangen.

FIGURE 10.1 – Les phrases à trous pour l'enregistrement des participants natifs.

Kanéngercher, Kazen an
Hénn sinn Hausdéieren.



Op dëser Wiss um
Hiwwel wiisst e
grousse Käschtebam.



Mäi Papp hat emol eng grouss
Scheier mat Kéi a Schwäin.



Meng Bom sëtzt op
engem Kaméil an
der Wüst.



Dëse Mount musse
mir eis Gäscht mat
Kamelle verwinnen.

An der Nuecht krut si d'Bijouen,
d'Tëlee an de Computer geklaut.



Op der Kiermes
gëtt Poulet gegrillt
a Fritten zerwéiert.

Hatt huet sech d'Haut mat
der Schéier opgeschnidden.



Mäi Chef wëll mir kee
Congé virum Summer ginn.

D'Déieren hunn en anere
Langage wéi d'Mënschen.

Laach net sou a
looss eise Gaascht a Rou!

Déi Moss, déi a Lieder gekleet ass,
scheéckt grad e Bréif fort.





Op der Mauer souz eng
Muuss déi gekatzt huet.

Ech hu mäi Brëll
an d'Scheek geraumt.



Ech brauch Schäiner,
mee ech hunn awer
nëmme Mënz.



Op Lëtzebuergesch kann ee
“Comptoir” oder “Téik” soen.

Et ass èmmer nützlech,
vill Sproochen ze kennen
an ze schwätzen.

Ech hunn e Logement am
Quartier vun der Gare fonnt.



D'Flicke si komm fir
den Hiewel vum Alarm
erofzedrécken.

Um Radio gouf gesot, dass de
Chômage erëm an d'Luucht
gaangen ass.

Hënt ass e grousse Camion op
der Strooss gefuer.

Do wou d'Bommen
ageschloen hunn
ass e grouss Lach entstan.



Haut richt ee säi Parfum
am ganze Gank.



Si können den Drot flécken an
d'Moosse vun der Mauer huelen.

Virum Tapezéieren
gëtt Pap an engem
Eemer ugeréiert.



Hatt huet en Decolleté,
obwuel et kal dobaussen ass.

De schéine Sproch ass him
aus dem Mond erausgerutscht.

Wann den Tëlefon schellt
hieft meng Mamm èmmer op.

FIGURE 10.2 – Les phrases contenant les paires minimales enregistrées pour la partie LECTURE et AUDIO-RÉPÉTITION.

10.2 Les moyennes

Cette section présente les moyennes et écart-types des trois premiers formants (F1, F2, F3) et de la durée des voyelles périphériques, hormis la voyelle antérieure semi-ouverte, ainsi que des voyelles centrales produites dans les registres MOTS (mots lus en contexte isolé) et TEXT (textes lus). Elles représentent pour les groupes de cinq femmes et de cinq hommes natifs et peuvent être considérées comme valeurs de référence pour les voyelles produites dans la variété du luxembourgeois parlée dans la région située autour de la capitale du Grand-Duché de Luxembourg. Ces moyennes constituent des premières valeurs de référence pour cette variété du luxembourgeois et peuvent être utilisées pour des études phonétiques et comparatives. En outre, elles méritent d'être approfondies par plus d'occurrences et des données de voyelles produites dans d'autres variétés, afin d'établir une référence pour l'ensemble du luxembourgeois.

Femmes				
VOYELLE	F1	F2	F3	DURÉE
i:	275 (28)	2549 (82)	3541 (267)	215 (71)
i	363 (66)	2383 (153)	3080 (280)	78 (23)
e:	403 (51)	2494 (126)	3150 (202)	236 (50)
e	514 (47)	2085 (110)	2643 (199)	79 (21)
æ	748 (83)	1724 (128)	2666 (156)	127 (38)
a:	888 (96)	1529 (148)	2709 (143)	234 (77)
a	708 (53)	1150 (83)	2630 (273)	109 (31)
o:	408 (58)	794 (87)	2702 (244)	215 (75)
ɔ	534 (45)	962 (104)	2745 (268)	107 (32)
u:	303 (36)	801 (68)	2491 (114)	184 (34)
u	381 (63)	1008 (201)	2567 (129)	89 (38)
Hommes				
VOYELLE	F1	F2	F3	DURÉE
i:	250 (21)	2131 (130)	2981 (131)	209 (69)
i	304 (24)	1999 (128)	2699 (152)	75 (20)
e:	323 (23)	2138 (125)	2760 (120)	210 (37)
e	460 (26)	1767 (85)	2442 (155)	67 (11)
æ	641 (55)	1557 (129)	2319 (220)	106 (29)
a:	732 (77)	1379 (113)	2363 (230)	213 (75)
a	629 (53)	1066 (103)	2491 (199)	89 (23)
o:	395 (55)	676 (143)	2748 (363)	186 (66)
ɔ	468 (89)	810 (147)	2679 (289)	87 (27)
u:	295 (65)	762 (153)	2610 (330)	155 (29)
u	342 (43)	1024 (201)	2497 (364)	78 (23)

Tableau 10.1 – Les moyennes et écart-types de F1, F2, F3 et de la durée des monophthongues périphériques produites dans le registre MOTS par les locuteurs natifs.

Femmes				
VOYELLE	F1	F2	F3	DURÉE
i:	329 (60)	2427 (211)	3144 (319)	117 (61)
i	363 (59)	2248 (220)	2932 (254)	63 (18)
e:	412 (51)	2380 (189)	3023 (212)	114 (40)
e	459 (70)	2053 (203)	2796 (161)	69 (19)
æ	700 (109)	1697 (201)	2685 (255)	82 (27)
a:	754 (120)	1536 (119)	2662 (233)	136 (45)
a	647 (86)	1277 (143)	2694 (336)	78 (27)
o:	439 (81)	1083 (219)	2692 (205)	92 (34)
ɔ	510 (75)	1061 (168)	2704 (301)	68 (23)
u:	346 (40)	1384 (311)	2686 (207)	67 (29)
u	385 (80)	1301 (278)	2628 (238)	56 (24)
Hommes				
VOYELLE	F1	F2	F3	DURÉE
i:	282 (43)	2032 (216)	2726 (223)	125 (60)
i	330 (117)	1919 (182)	2659 (215)	63 (46)
e:	348 (36)	2011 (145)	2680 (201)	116 (45)
e	404 (57)	1760 (175)	2590 (200)	64 (17)
æ	602 (75)	1506 (204)	2439 (241)	75 (23)
a:	653 (80)	1370 (147)	2383 (232)	127 (47)
a	573 (83)	1101 (153)	2542 (266)	77 (25)
o:	430 (88)	958 (211)	2591 (211)	99 (40)
ɔ	496 (90)	916 (182)	2624 (202)	65 (21)
u:	309 (39)	1432 (191)	2514 (244)	59 (22)
u	372 (149)	1308 (366)	2485 (301)	56 (24)

Tableau 10.2 – Les moyennes et écart-types de F1, F2, F3 et de la durée des monophthongues périphériques produites dans le registre TEXT par les locuteurs natifs.

Registre MOTS				
Femmes				
VOYELLE	F1	F2	F3	DURÉE
ë	525 (35)	1493 (88)	2566 (253)	104 (31)
ə	536 (69)	1606 (81)	2689 (205)	139 (27)
ɛ	645 (54)	1240 (136)	2545 (292)	216 (57)
Hommes				
VOYELLE	F1	F2	F3	DURÉE
ë	481 (32)	1393 (102)	2389 (153)	89 (18)
ə	462 (48)	1556 (212)	2603 (336)	133 (25)
ɛ	572 (41)	1173 (128)	2494 (242)	215 (48)
Registre TEXT				
Femmes				
VOYELLE	F1	F2	F3	DURÉE
ë	506 (70)	1607 (140)	2710 (223)	68 (26)
ə	466 (81)	1619 (194)	2724 (278)	65 (29)
ɛ	592 (93)	1368 (176)	2648 (342)	99 (51)
Hommes				
VOYELLE	F1	F2	F3	DURÉE
ë	457 (56)	1427 (154)	2541 (215)	65 (56)
ə	407 (91)	1494 (203)	2568 (215)	65 (32)
ɛ	533 (75)	1218 (209)	2523 (229)	95 (48)

Tableau 10.3 – Les moyennes et écart-types de F1, F2, F3 et de la durée des monophthongues centrales produites dans les registres MOTS et TEXT par les locuteurs natifs.

10.3 Les valeurs de la distribution des voyelles en fonction de la durée

Dans cette section, nous présentons sous forme de tableaux les valeurs des trois quartiles, c'est-à-dire Q1, la médiane et Q3, délimitant 50% des effectifs des valeurs de la durée des voyelles longues et brèves produites par les locuteurs natifs et francophones. Ces tableaux illustrent également les durées moyennes de chaque voyelle.

DISTRIBUTION DANS LE REGISTRE MOTS				
VOYELLES	\bar{x}	Q1	Md	Q3
i:	212	153	190	271
e:	223	195	219	250
a:	224	159	214	281
o:	200	145	190	241
u:	170	149	165	196
i	76	61	73	90
e	73	62	74	83
a	99	78	92	119
ɔ	97	77	91	110
u	84	60	75	95

DISTRIBUTION DANS LE REGISTRE TEXT				
VOYELLES	\bar{x}	Q1	Md	Q3
i:	130	74	136	173
e:	115	83	107	139
a:	132	104	126	149
o:	96	69	87	117
u:	86	70	82	103
i	62	50	59	71
e	66	54	66	76
a	78	60	73	91
ɔ	67	51	63	78
u	55	39	50	65

Tableau 10.4 – Les valeurs de la distribution des voyelles en fonction de la durée (ms) produites dans les registres MOTS et TEXT par les locuteurs natifs. Ce tableau illustre les durées moyennes (\bar{x}), les valeurs de la médiane (Md) ainsi que les valeurs des premier (Q1) et troisième (Q3) quartiles, qui délimitent 50% des effectifs de chaque distribution.

DISTRIBUTION DANS LA PARTIE LE				
VOYELLES	\bar{x}	Q1	Md	Q3
i:	146	101	131	184
e:	164	124	167	199
a:	129	87	105	164
o:	142	108	136	172
u:	150	108	135	175
i	96	62	90	124
e	71	66	74	79
a	129	88	125	165
ɔ	132	90	130	160
u	109	72	93	129

DISTRIBUTION DANS LA PARTIE AR				
VOYELLES	\bar{x}	Q1	Md	Q3
i:	148	108	137	188
e:	191	165	200	230
a:	130	92	118	160
o:	139	119	137	156
u:	165	146	154	188
i	88	68	81	100
e	75	56	75	87
a	104	85	102	120
ɔ	114	79	95	140
u	91	74	91	108

Tableau 10.5 – Les valeurs de la distribution des voyelles en fonction de la durée (ms) produites dans les registres MOTS et TEXT par les locuteurs francophones. Ce tableau illustre les durées moyennes (\bar{x}), les valeurs de la médiane (Md) ainsi que les valeurs des premier (Q1) et troisième (Q3) quartiles, qui délimitent 50% des effectifs de chaque distribution.

10.4 Les valeurs des tests t

Cette section contient sous forme de tableaux les valeurs des tests t indépendants comparant les valeurs acoustiques de deux groupes de voyelles, c'est-à-dire les valeurs de F1, F2, F3 et de la durée. Les tableaux fournissent les informations suivantes :

- t représente la valeur du test,
- n indique le nombre d'occurrences par groupe,
- \bar{x} est le symbole pour la moyenne des données comparées,
- dl représente le degré de liberté et
- * symbolise la signification du test, décidée en fonction de la valeur de p (** =

significatif à $p < 0,001$, ** = significatif à $p < 0,01$, * = significatif à $p < 0,05$, où la probabilité que le résultat soit dû au hasard est de 5 %, ns = non significatif. Une valeur au-dessus de 0,05 indique que la différence entre deux groupes n'est pas significative.

Femmes

Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
F1	[i:]	15	275	4,985	48	< 0,001***
	[i]	35	363			
F2	[i:]	15	2549	-3,939		< 0,001***
	[i]	35	2383			
F3	[i:]	15	3541	-5,411		< 0,001***
	[i]	35	3081			
Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
F1	[e:]	20	403	5,741	28	< 0,001***
	[e]	10	514			
F2	[e:]	20	2494	-8,696		< 0,001***
	[e]	10	2085			
F3	[e:]	20	3150	-6,501		< 0,001***
	[e]	10	2644			
Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
F1	[a:]	35	888	-9,713	68	< 0,001***
	[a]	35	708			
F2	[a:]	35	1529	-13,23		< 0,001***
	[a]	35	1150			
F3	[a:]	35	2709	-1,523		0,132 ^{ns}
	[a]	35	2630			
Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
F1	[ɔ:]	28	411	8,264	62	< 0,001***
	[ɔ]	36	529			
F2	[ɔ:]	28	790	6,537		< 0,001***
	[ɔ]	36	953			
F3	[ɔ:]	28	2708	0,470		0,64 ^{ns}
	[ɔ]	36	2739			
Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
F1	[u:]	15	303	4,256	34	< 0,001***
	[u]	21	386			
F2	[u:]	15	801	4,279		< 0,001***
	[u]	21	1019			
F3	[u:]	15	2491	1,822		0,077 ^{ns}
	[u]	21	2576			

Hommes

Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
F1	[i:]	15	250	7,430	48	< 0,001***
	[i]	35	304			
F2	[i:]	15	2131	-3,320		0,002**
	[i]	35	1999			
F3	[i:]	15	2981	-6,243		< 0,001***
	[i]	35	2699			
Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
F1	[e:]	20	323	14,870	28	< 0,001***
	[e]	10	460			
F2	[e:]	20	2128	-8,164		< 0,001***
	[e]	10	1767			
F3	[e:]	20	2760	-6,181		< 0,001***
	[e]	10	2442			
Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
F1	[a:]	35	732	-6,506	68	< 0,001***
	[a]	35	630			
F2	[a:]	35	1379	-12,10		< 0,001***
	[a]	35	1066			
F3	[a:]	35	2363	2,493		0,015*
	[a]	35	2491			
Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
F1	[ɔ:]	30	395	3,934	62	< 0,001***
	[ɔ]	34	468			
F2	[ɔ:]	30	676	3,663		< 0,001***
	[ɔ]	34	810			
F3	[ɔ:]	30	2748	-0,840		0,404 ^{ns}
	[ɔ]	34	2679			
Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
F1	[u:]	15	295	2,559	33	0,015*
	[u]	20	342			
F2	[u:]	15	726	4,203		< 0,001***
	[u]	20	1024			
F3	[u:]	15	2610	-0,946		0,351 ^{ns}
	[u]	20	2497			

Tableau 10.6 – Les tests t indépendants comparant les moyennes de F1, F2 et F3 (Hz) des voyelles contrastives longues et brèves du registre MOTS pour les femmes et les hommes natifs.

Femmes							Hommes						
Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p	Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
F1	[i:]	26	329	2,680	189	0,008**	F1	[i:]	18	282,000	1,749	171	0,082 ^{ns}
	[i]	165	363					[i]	155	330,000			
F2	[i:]	26	2427	-3,884		<0,001***	F2	[i:]	18	2032	-2,443	171	0,016*
	[i]	165	2248					[i]	155	1919			
F3	[i:]	26	3144	-3,831		0,002**	F3	[i:]	18	2726	-1,263		0,208 ^{ns}
	[i]	165	2932					[i]	155	2659			
F1	[e:]	114	412	5,183	174	<0,001***	F1	[e:]	109	348	7,998	173	<0,001***
	[e]	62	459					[e]	66	404			
F2	[e:]	114	2380	-10,68		<0,001***	F2	[e:]	109	2011	-10,27	173	<0,001***
	[e]	62	2053					[e]	66	1760			
F3	[e:]	114	3023	-7,343		<0,001***	F3	[e:]	109	2680	-2,890		0,004**
	[e]	62	2796					[e]	66	2590			
F1	[a:]	111	754	-10,49	497	<0,001***	F1	[a:]	109	653	-8,81	499	<0,001***
	[a]	388	647					[a]	392	573			
F2	[a:]	111	1536	-17,43		<0,001***	F2	[a:]	109	1370	-14,72	499	<0,001***
	[a]	388	1277					[a]	392	1104			
F3	[a:]	111	2662	0,929		0,353 ^{ns}	F3	[a:]	109	2383	5,682		<0,001***
	[a]	388	2694					[a]	392	2545			
F1	[ɔ:]	100	439	7,522	294	<0,001***	F1	[ɔ:]	95	433	5,364	266	<0,001***
	[ɔ]	196	510					[ɔ]	173	496			
F2	[ɔ:]	100	1082	-0,925		0,356 ^{ns}	F2	[ɔ:]	95	958	-1,702	266	0,090 ^{ns}
	[ɔ]	196	1061					[ɔ]	173	916			
F3	[ɔ:]	100	2692	0,348		0,728 ^{ns}		[ɔ:]	95	2684	-0,248		0,805 ^{ns}
	[ɔ]	196	2704					[ɔ]	173	2693			
F1	[u:]	21	346	2,174	130	0,031*	F1	[u:]	13	309	1,508	127	0,134 ^{ns}
	[u]	111	385					[u]	116	372			
F2	[u:]	21	1384	-1,229		0,221 ^{ns}	F2	[u:]	13	1432	-1,206	127	0,230 ^{ns}
	[u]	111	1301					[u]	116	1308			
F3	[u:]	21	2686	-1,033		0,304 ^{ns}		[u:]	13	2514	-0,337		0,736 ^{ns}
	[u]	111	2628					[u]	116	2485			

Tableau 10.7 – Les tests t indépendants comparant les moyennes de F1, F2 et F3 (Hz) des voyelles contrastives longues et brèves du registre TEXT pour les femmes et les hommes natifs.

Registre MOTS							Registre TEXT						
Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p		
[i:]	30	212	-14,96	98	<0,001***	[i:]	44	120	-9,28	362	<0,001***		
[i]	70	76				[i]	320	63					
[e:]	40	223	-14,22	58	<0,001***	[e:]	223	115	-12,29	349	<0,001***		
[e]	20	73				[e]	128	66					
[a:]	70	224	-12,77	138	<0,001***	[a:]	220	132	-22,49	998	<0,001***		
[a]	70	99				[a]	780	78					
[ɔ:]	59	200	-11,41	127	<0,001***	[ɔ:]	195	96	-11,40	562	<0,001***		
[ɔ]	70	95				[ɔ]	369	67					
[u:]	30	170	-10,67	68	<0,001***	[u:]	34	64	-1,796	259	0,074 ^{ns}		
[u]	40	84				[u]	227	56					

Tableau 10.8 – Les tests t indépendants comparant les durées moyennes (ms) des voyelles contrastives longues et brèves des registres MOTS et TEXT.

FEMMES														
Paires de voyelles	Groupes de formants comparés	Registres de parole												
		MOTS					TEXT							
		n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p			
[i:]-[i]	F1+F2	5	0,948	-1,466	8	0,181 ^{ns}	5	0,634	-0,570	8	0,584 ^{ns}			
	F1+F2+F3		1,356			0,146 ^{ns}		0,782						
	F1+F2		1,582	-1,611		0,146 ^{ns}		1,06	-0,350		0,736 ^{ns}			
	F1+F2+F3		1,97			0,657 ^{ns}		1,17						
	F1+F2		2,214	0,461		0,657 ^{ns}		1,442	0,069		0,946 ^{ns}			
	F1+F2+F3		1,948			0,903 ^{ns}		1,458						
	F1+F2		1,538	-0,126		0,903 ^{ns}		0,758	-0,100		0,923 ^{ns}			
	F1+F2+F3		1,572			0,945 ^{ns}		0,778						
	F1+F2		1,534	-0,071		0,945 ^{ns}		0,576	-0,789		0,453 ^{ns}			
	F1+F2+F3		1,558			0,668								
HOMMES														
Paires de voyelles	Groupes de formants comparés	Registres de parole												
		MOTS					TEXT							
		n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p			
[i:]-[i]	F1+F2	5	0,72	-1,853	8	0,101 ^{ns}	5	0,668	0,586	8	0,574 ^{ns}			
	F1+F2+F3		0,978			0,384 ^{ns}		0,56						
	F1+F2		1,816	-0,921		0,384 ^{ns}		1,1	1,425		0,192 ^{ns}			
	F1+F2+F3		1,998			0,54 ^{ns}		0,796						
	F1+F2		1,822	0,640		0,54 ^{ns}		1,55	0,070		0,946 ^{ns}			
	F1+F2+F3		1,569			0,869 ^{ns}		1,524						
	F1+F2		1,262	-0,170		0,869 ^{ns}		0,752	1,481		0,177 ^{ns}			
	F1+F2+F3		1,298			0,442		0,442						
	F1+F2		1,776	-0,575		0,581 ^{ns}		1,062	0,902		0,393 ^{ns}			
	F1+F2+F3		1,828			0,824								

Tableau 10.9 – Les tests t indépendants comparant les moyennes des distances euclidiennes en fonction de F1 et F2 et en fonction de F1, F2 et F3 (Bark) pour les paires de voyelles contrastives longues et brèves produites par les femmes et les hommes natifs dans les registres MOTS et TEXT.

FEMMES														
Paires de voyelles	Registres comparés	Distances euclidiennes (Bark)												
		En fonction de F1 et F2					En fonction de F1, F2 et F3							
		n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p			
[i:]-[i]	MOTS	5	0,948	1,24	8	0,25 ^{ns}	5	1,356	2,02	8	0,078 ^{ns}			
	TEXT		0,634			0,076 ^{ns}		0,782			0,029*			
	MOTS	5	1,582	2,034		0,04*	5	1,97	2,65		0,385 ^{ns}			
	TEXT		1,060			0,01*		1,17			0,012*			
	MOTS	5	2,214	2,441	8	1,948	5	1,948	0,919	8	0,385 ^{ns}			
	TEXT		1,442			1,458		1,458			0,012*			
	MOTS	5	1,538	3,365		1,572	5	0,778	3,255		0,007**			
	TEXT		0,758			1,558		1,558			0,668			
[u:]-[u]	MOTS	5	1,534	3,662	8	0,006**	5	3,607	0,007**					
	TEXT		0,576			0,668		0,668						
HOMMES														
Paires de voyelles	Registres comparés	Distances euclidiennes (Bark)												
		En fonction de F1 et F2					En fonction de F1, F2 et F3							
		n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p			
[i:]-[i]	MOTS	5	0,72	0,393	8	0,705 ^{ns}	5	0,978	2,208	8	0,058 ^{ns}			
	TEXT		0,668			0,56		0,56						
	MOTS	5	1,816	4,196		0,003**	5	1,998	5,102	8	< 0,001***			
	TEXT		1,100			0,796		0,796						
	MOTS	5	1,822	0,966	8	0,362 ^{ns}	5	1,569	0,096	8	0,926 ^{ns}			
	TEXT		1,550			1,524		1,524						
	MOTS	5	1,262	2,239		0,055 ^{ns}	5	1,298	4,459	8	0,002**			
	TEXT		0,752			0,442		0,442						
[u:]-[u]	MOTS	5	1,776	3,508	8	0,008**	5	1,828	5,267	8	< 0,001***			
	TEXT		1,062			0,824		0,824						

Tableau 10.10 – Les tests t indépendants comparant les moyennes des distances euclidiennes en fonction de F1 et F2 des registres MOTS et TEXT ainsi que les moyennes des distances euclidiennes en fonction de F1, F2 et F3 (Bark) des registres MOTS et TEXT pour les paires de voyelles contrastives longues et brèves produites par les femmes et les hommes natifs.

Femmes

Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
F1	[a:]	35	888	6,284	64	< 0,001***
	[æ]	31	748			
F2	[a:]	35	1529	-4,37		< 0,001***
	[æ]	31	1704			
F3	[a:]	35	2709	1,168		0,247 ^{ns}
	[æ]	31	2666			

Hommes

Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
F1	[a:]	35	732	5,559	65	< 0,001***
	[æ]	32	641			
F2	[a:]	35	1379	-6,019		< 0,001***
	[æ]	32	1557			
F3	[a:]	35	2363	0,803		0,425 ^{ns}
	[æ]	32	2319			

Tableau 10.11 – Les tests t indépendants comparant les moyennes de F1, F2 et F3 (Hz) de la paire [a:]-[æ] du registre MOTS pour les femmes et les hommes natifs.

Femmes

Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
F1	[a:]	111	754	-3,928	278	< 0,001***
	[æ]	169	700			
F2	[a:]	111	1536	7,636		< 0,001***
	[æ]	169	1697			
F3	[a:]	111	2662	0,752		0,453 ^{ns}
	[æ]	169	2685			

Hommes

Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
F1	[a:]	109	653	-5,377	276	< 0,001***
	[æ]	169	602			
F2	[a:]	109	1370	6,026		< 0,001***
	[æ]	169	1506			
F3	[a:]	109	2383	1,925		0,055 ^{ns}
	[æ]	169	2439			

Tableau 10.12 – Les tests t indépendants comparant les moyennes de F1, F2 et F3 (Hz) de la paire [a:]-[æ] du registre TEXT pour les femmes et les hommes natifs.

Registre MOTS

Groupe	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
[a:]	70	224	10,22	131	< 0,001***
[æ]	63	116			

Registre TEXT

Groupe	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
[a:]	220	132	17,38	556	< 0,001***
[æ]	338	79			

Tableau 10.13 – Les tests t indépendants comparant les durées moyennes de la durée (ms) des voyelles [a:] et [æ] des registres MOTS et TEXT pour les locuteurs natifs.

Femmes

Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
F1	[ɛ]	14	525	-0,537		0,596 ^{ns}
	[ɔ]	14	536			
F2	[ɛ]	14	1493	-3,522		0,002**
	[ɔ]	14	1606			
F3	[ɛ]	14	2566	-1,416		0,169 ^{ns}
	[ɔ]	14	2689			

Hommes

Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
F1	[ɛ]	13	481	1,213		0,237 ^{ns}
	[ɔ]	13	462			
F2	[ɛ]	13	1393	-2,504		0,019*
	[ɔ]	13	1556			
F3	[ɛ]	13	2389	-2,082		0,048*
	[ɔ]	13	2603			

Tableau 10.14 – Les tests t indépendants comparant les moyennes de F1, F2 et F3 (Hz) des voyelles centrales [ɛ] et [ɔ] du registre MOTS pour les femmes et les hommes natifs.

Femmes							Hommes									
Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p	Facteurs	Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p			
F1	[ɛ]	138	507	5,451	729	< 0,001***	F1	[ɛ]	133	457	6,048	653	< 0,001***			
	[ə]	593	466					[ə]	522	407						
F2	[ɛ]	138	1607	-0,666	0,506 ^{ns}	0,579 ^{ns}	F2	[ɛ]	133	1426	-3,599	0,196 ^{ns}	< 0,001***			
	[ə]	593	1619					[ə]	522	1494						
F3	[ɛ]	138	2710	-0,555	0,579 ^{ns}			[ɛ]	133	2541	-1,294	0,196 ^{ns}				
	[ə]	593	2724					[ə]	522	2568						

Tableau 10.15 – Les tests t indépendants comparant les moyennes de F1, F2 et F3 (Hz) des voyelles centrales [ɛ] et [ə] du registre TEXT pour les femmes et les hommes natifs.

Registre MOTS						Registre TEXT					
Groupe	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p	Groupe	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
[ɛ]	27	97	-5,604	52	< 0,001***	[ɛ]	271	66	0,485	1384	0,628 ^{ns}
[ə]	27	136				[ə]	1115	65			

Tableau 10.16 – Les tests t indépendants comparant les durées moyennes (ms) des voyelles centrales [ɛ] et [ə] produites des registres MOTS et TEXT pour locuteurs natifs.

Registres	MOTS			TEXT		
	Voyelles	n =	\bar{x}	n =	\bar{x}	Test t
	[iə]	50	223	118	134	
	[əi]	60	212	170	141	
	[uə]	30	223	177	119	
	[əu]	40	192	104	123	
Groupes	Test t	dl	Valeur de p	Test t	dl	Valeur de p
[iə]-[uə]	0,002	78	0,999 ^{ns}	2,546	293	0,011*
[iə]-[əi]	-1,027	108	0,307 ^{ns}	1,227	286	0,221 ^{ns}
[iə]-[əu]	-2,585	88	0,011*	-1,765	220	0,079 ^{ns}
[uə]-[əu]	-2,240	68	0,018*	0,792	279	0,429 ^{ns}
[uə]-[əi]	-0,919	88	0,361 ^{ns}	4,838	345	< 0,001***
[əi]-[əu]	2,28	98	0,025*	3,909	272	< 0,001***

Tableau 10.17 – Les tests T indépendants comparant les durées moyennes (ms) des diptongues contenant un schwa des registres MOTS et TEXT pour les locuteurs natifs.

Registres	MOTS			TEXT		
	n =	\bar{x}		n =	\bar{x}	
Voyelles						
[æi]	39	253		110	164	
[æu]	50	223		78	151	
[ai]	60	212		189	136	
[au]	30	223		38	145	
Groupes	Test t	dl	Valeur de p	Test t	dl	Valeur de p
[æi]-[æu]	-0,412	71	0,682 ^{ns}	1,628	186	0,105 ^{ns}
[æi]-[ai]	1,735	78	0,087 ^{ns}	4,550	297	< 0,001***
[æi]-[au]	2,727	71	0,008**	1,864	146	0,064 ^{ns}
[æu]-[ai]	2,097	73	0,039*	2,496	265	0,013*
[æu]-[au]	3,101	66	0,003**	0,760	114	0,449 ^{ns}
[ai]-[au]	0,954	73	0,343 ^{ns}	-1,161	225	0,247 ^{ns}

Tableau 10.18 – Les tests t indépendants comparant les durées moyennes (ms) des diphongues commençant par une voyelle ouverte des registres MOTS et TEXT pour les locuteurs natifs.

Registres	MOTS			TEXT		
	n =	\bar{x}		n =	\bar{x}	
Voyelles						
[iə]	50	223		118	134	
[əi]	60	212		170	141	
[uə]	30	223		177	119	
[əu]	40	192		104	123	
[æi]	39	253		110	164	
[æu]	50	223		78	151	
[ai]	60	212		189	136	
[au]	30	223		38	145	
Groupes	Test t	dl	Valeur de p	Test t	dl	Valeur de p
[æi]-[iə]	2,139	87	0,035*	3,960	226	< 0,001***
[æi]-[əi]	3,864	97	< 0,001***	3,946	278	< 0,001***
[æi]-[uə]	1,916	67	0,060 ^{ns}	7,399	285	< 0,001***
[æi]-[əu]	5,510	77	< 0,001***	-6,365	212	< 0,001***
[æu]-[iə]	2,429	82	0,017*	2,329	194	0,021*
[æu]-[əi]	4,228	92	< 0,001***	1,889	246	0,060 ^{ns}
[æu]-[uə]	2,190	62	0,032*	5,437	253	< 0,001***
[æu]-[əu]	5,851	72	< 0,001***	5,167	180	< 0,001***
[ai]-[iə]	0,562	89	0,575 ^{ns}	0,396	305	0,692 ^{ns}
[ai]-[əi]	1,856	99	0,066 ^{ns}	-1,012	357	0,312 ^{ns}
[ai]-[uə]	0,507	69	0,613 ^{ns}	3,663	364	< 0,001***
[ai]-[əu]	3,692	79	< 0,001***	2,640	291	0,009**
[au]-[iə]	-0,267	82	0,790 ^{ns}	1,184	154	0,238 ^{ns}
[au]-[əi]	0,808	92	0,421 ^{ns}	0,647	206	0,518 ^{ns}
[au]-[uə]	-0,247	62	0,806 ^{ns}	3,452	213	< 0,001***
[au]-[əu]	2,983	72	0,004**	3,656	140	< 0,001***

Tableau 10.19 – Les tests t indépendants comparant les durées moyennes (ms) des diphongues contenant un schwa et les diphongues commençant par une voyelle ouverte des registres MOTS et TEXT pour les locuteurs natifs.

Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
[ɛ:]	50	176	5,085	92	< 0,001***
[i:]	44	120			
[ɛ:]	50	176	9,136	271	< 0,001***
[e:]	223	115			
[ɛ:]	50	176	6,183	268	< 0,001***
[a:]	220	132			
[ɛ:]	50	176	12,59	243	< 0,001***
[o:]	195	96			
[ɛ:]	50	176	12,55	82	< 0,001***
[u:]	34	64			
[ɛ:]	50	176	5,044	177	< 0,001***
[iə]	129	131			
[ɛ:]	50	176	5,640	235	< 0,001***
[ɔɪ]	187	139			
[ɛ:]	50	176	8,418	242	< 0,001***
[uə]	194	117			
[ɛ:]	50	176	8,768	162	< 0,001***
[əu]	114	121			
[ɛ:]	50	176	1,717	167	0,088 ^{ns}
[æi]	119	160			
[ɛ:]	50	176	3,292	129	< 0,001***
[æu]	81	150			
[ɛ:]	50	176	5,763	252	< 0,001***
[ai]	204	134			
[ɛ:]	50	176	3,742	88	< 0,001***
[au]	40	143			

Tableau 10.20 – Les tests t indépendants comparant les durées moyennes (ms) de [ɛ:] produites des phrases à trous aux moyennes des voyelles longues et des diphthongues du registre TEXT pour les locuteurs natifs.

Partie LE

Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
[i:]	29	146	-4,590	85	< 0,001***
[i]	58	96			
[e:]	39	164	-6,728	57	< 0,001***
[e]	20	71			
[a:]	69	129	-0,050	137	0,96 ^{ns}
[a]	70	129			
[o:]	59	142	-1,107	124	0,271 ^{ns}
[ɔ]	67	132			
[u:]	30	150	-2,683	67	0,009**
[u]	39	109			

Partie AR

Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
[i:]	28	148	-6,640	86	< 0,001***
[i]	60	88			
[e:]	38	191	-9,325	56	< 0,001***
[e]	20	75			
[a:]	70	130	-3,363	138	< 0,001***
[a]	70	104			
[o:]	59	139	-3,359	124	< 0,001***
[ɔ]	67	114			
[u:]	30	165	-8,130	68	< 0,001***
[u]	40	91			

Tableau 10.21 – Les tests t indépendants comparant les durées moyennes (ms) des voyelles contrastives longues et brèves des parties LE et AR pour les locuteurs francophones.

Partie LE

Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
[a:]	69	129	0,046	117	0,964 ^{ns}
[æ]	50	129			

Partie AR

Groupes	n =	\bar{x}	Test t	dl	Valeur de p
[a:]	70	130	-0,498	117	0,619 ^{ns}
[æ]	49	125			

Tableau 10.22 – Les tests t indépendants comparant les durées moyennes (ms) des voyelles [a:] et [æ] des parties LE et AR pour les locuteurs francophones.

10.5 Les erreurs de prononciation des locuteurs francophones

Dans cette dernière section du chapitre sont illustrées les erreurs de prononciation faites par chaque locuteur francophone dans les parties LE et AR. La première colonne représente les voyelles attendues, la deuxième colonne les mots dans lesquels les voyelles ont été produites. Les voyelles indiquées sous chaque locuteur représente les erreurs.

LOCUTEURS											
VOYELLES	MOTS	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	PF6	PF7	PF8	PF9	PF10
i:	ficht										iø
e:	Heet					i					
æ	Gäscht						ë				e
æ	kennen	ë	ë		ë		ë	ë	ë		ë
æ	Täsch										æi
ɔ	Kopp									u	
o:	Schof										øu
u	Duch										uø
iø	Fieder					i				i	i
iø	giess									i:	
iø	Hief		i			i				i	
iø	Hiewel	i				i			i	i	i
iø	Lieder	æi									
øi	déif										ai
øi	Héiss	ai				ai					ai
øi	Kaméil	æ			æ						æ
øi	schéine				æi					ai	e
øi	schéissen					ai				ai	
uø	Hues										u
uø	Kueb					u					u
uø	Kueder										u
øu	Houf			u	u	u					u
øu	Koup	u			u	u				u	u
øu	Mount					u				o	u
øu	Schouster				u	u		u		u	ë
æi	Häip				æ				øi		øi
æi	päifen					æi					
æi	Schäiner						æi		æi		æi
æu	Fauscht										o
æu	Haut				o					o	o
æu	saufen						øu				
ai	Scheier	æi		æi	øi	øi			øi		
ai	Seid				øi				øi		øi
ai	weisen										øi
au	Paus										o:
au	Pausen				o:					o:	
TOTAL		7	2	2	11	14	3	2	6	19	19

Tableau 10.23 – La liste des mots produits et les erreurs de prononciation faites par les locuteurs francophones dans la partie LE. La dernière ligne indique le nombre total d'erreurs par locuteur.

LOCUTEURS											
VOYELLES	MOTS	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	PF6	PF7	PF8	PF9	PF10
i:	fiicht										ia
i:	Kiischten										ia
e:	Seef										ei
æ	Käschten				ë						ë
æ	kennen	ë	ë	ë	ë	ë		ë	ë	ë	ë
o:	Moosse										au
ɔ	Kopp				ɔ						
ɔ	Moss									u	
ie	Fieder				i					e	
ie	giess									e	
ie	Hief				e					i	
ie	Hiewel				i				i	i	i
ie	Lieder			i		i			e	e	
ei	Kaméil	æ			æ			e		æ	
ei	schéine				e						e
uə	Hues								o		
uə	Kueb								o		
əu	Houf				ë						
æi	Schäiner				æ						ei
æu	Haut				ë						
ai	Scheier			əi	əi	əi		əi	əi	əi	əi
au	Pausen				o:						
TOTAL		2	1	3	9	7	0	3	3	11	11

Tableau 10.24 – La liste des mots produits et les erreurs de prononciation faites par les locuteurs francophones dans la partie AR. La dernière ligne indique le nombre total d'erreurs par locuteur.